

860

Nachlaß von Prof. N. Ma

ÖSTERREICHISCHE BOTANISCHE ZEITSCHRIFT

NACH DEM TODE VON R. WETTSTEIN HERAUSGEGEBEN VON

PROFESSOR DR. FRITZ KNOLL

DIREKTOR DES BOTANISCHEN INSTITUTES UND GARTENS
DER UNIVERSITÄT WIEN

UND

PROFESSOR DR. ERWIN JANCHEN

VIZEDIREKTOR DES BOTANISCHEN INSTITUTES UND GARTENS
DER UNIVERSITÄT WIEN

BAND XC, ERSTES HEFT

MIT 10 TEXTABBILDUNGEN

(ABGESCHLOSSEN AM 31. DEZEMBER 1940)



WIEN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER

1941

Österr.
bot. Z.

Preis: RM 14.80

Die „**Österreichische Botanische Zeitschrift**“ erscheint in einem Gesamtumfang von jährlich etwa 20 Bogen, in 4 einzeln berechneten Heften.

Zuschriften, welche den Bezug der Zeitschrift oder sonstige Verlagsangelegenheiten betreffen, sind an den Verlag Julius Springer, Wien I, Schottengasse 4, zu richten; Manuskriptsendungen und erledigte Korrekturen an die Schriftleitung der Österreichischen Botanischen Zeitschrift. Wien III, Rennweg 14.

Es wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß mit der Annahme des Manuskriptes und seiner Veröffentlichung durch den Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag übergeht, und zwar bis zum 31. Dezember desjenigen Kalenderjahres, das auf das Jahr des Erscheinens folgt. Hieraus ergibt sich, daß grundsätzlich nur Arbeiten angenommen werden können, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind, und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet.

Die Mitarbeiter erhalten von Abhandlungen 50 Sonderdrucke unentgeltlich. Weitere 150 Exemplare werden, falls bei Rücksendung der Korrektur bestellt, gegen eine angemessene Entschädigung geliefert. Darüber hinaus gewünschte Exemplare müssen zum Bogennettopreis berechnet werden. Mit der Lieferung von Dissertationsexemplaren befaßt sich die Verlagsbuchhandlung grundsätzlich nicht; sie stellt jedoch den Doktoranden den Satz zwecks Anfertigung der Dissertationsexemplare durch die Druckerei zur Verfügung.

Eine Verpflichtung zur Besprechung oder Zurücksendung von nicht angeforderten Schriften übernimmt die Schriftleitung nicht.

Verlag Julius Springer

90. Band

Inhaltsverzeichnis

1. Heft

Seite

Johann Kreuz , Der Einfluß von Calcium- und Kalium-Salzen auf die Permeabilität des Protoplasmas für Harnstoff und Glycerin (Mit 3 Textabbildungen)	1
Hilde Nietsch , Zur systematischen Stellung von <i>Cyanastrum</i> (Mit 4 Textabbildungen)	31
Walter Grabherr , Beiträge zur Flora der Umgebung von Innsbruck....	53
Heinrich Handel-Mazzetti †, Der Formenkreis der ostmärkischen <i>Viola „sepincola“</i>	63
Liese Tschermak , Beitrag zur Entwicklungsgeschichte und Morphologie der Protococcale <i>Trochiscia granulata</i> (Mit 3 Textabbildungen)	67
Besprechungen	74
BERTSCH K., Geschichte des deutschen Waldes. — Chronica Botanica. The International Plant Science Newsmagazine. Rundschau für die gesamte Pflanzenforschung. — FRIEDRICH K., Untersuchungen zur Ökologie der höheren Pilze. — GAMS H., Kleine Kryptogamenflora von Mitteleuropa. Band I: Die Moos- und Farnpflanzen (Archegoniaten). — HÄMMERLING J., Fortpflanzung im Tier- und Pflanzenreich. — HERTER G., Flora ilustrada del Uruguay. — MÜLLER E., Neuere Anschauungen der Organischen Chemie. — SCHMUCKER TH., Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. — Soó von BERE R., Vergangenheit und Gegenwart der pannonischen Flora und Vegetation.	
Akademien, Botanische Gesellschaften, Vereine Kongresse usw.	79
Akademie der Wissenschaften in Wien.	
Botanische Anstalten, Museen, Sammlungen usw.	79
Institut für koloniale Landwirtschaft an der Universität Göttingen. — Botanische Anstalten der Deutschen Universität Prag. — Botanische Anstalten der Universität Klausenburg.	
Personalnachrichten	80

Der Einfluß von Calcium- und Kalium-Salzen auf die Permeabilität des Protoplasmas für Harnstoff und Glycerin

Von

Johann Kreuz (Wien)

(Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Wien)

(Mit 3 Textabbildungen)

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung	1— 3
II. Objekte und Versuchsmethodik	3— 6
III. Versuche.	7—24
1. Versuche mit für Harnstoff langsam permeablen Objekten.	7—12
2. Versuche mit mittelschnell permeablen Objekten.....	12—17
3. Versuche mit rasch permeablen Objekten	17—24
IV. Besprechungen der Versuchsergebnisse	24—28
V. Zusammenfassung	28—29
Schrifttum	29—30

I. Einleitung

Über die Permeabilität des lebenden Protoplasmas für gelöste Stoffe liegen zahlreiche Untersuchungen vor. Die Durchlässigkeit für Anelektrolyte ist heute schon am besten geklärt (COLLANDER und BÄRLUND 1933, HÖFLER 1932, 1934, 1937; HOFMEISTER 1935, 1938; SCHMIDT 1936; MARKLUND 1936; ELO 1937, 1939; JÄRVENKYLÄ 1937; HOUSKA 1939 u. v. a.). Am meisten wissen wir vom Harnstoff und vom Glycerin, denn das Vermögen dieser Verbindungen, durch das lebende intakte Plasma zu permeieren, ist schon von DE VRIES (1888/89) und KLEBS (1887) nachgewiesen und seither an vielen pflanzlichen Zellen messend verfolgt worden. Bei manchen Pflanzen, z. B. *Rhoeo* (DE VRIES, FITTING 1919; BÄRLUND 1929) permeiert das Glycerin schneller als der Harnstoff, bei

den meisten Zellsorten aber liegt das Verhältnis umgekehrt*. Bei einigen plasmatischen Objekten wurde in den letzten Jahren nachgewiesen, daß das Verhältnis der Permeationskonstanten der beiden genannten Verbindungen auch unter dem Einfluß von Außenfaktoren in charakteristischer Weise modifizierbar ist (WAHRY 1936; HOFMEISTER 1938; BOGEN 1938; SCHMIDT 1939).

Viel weniger ist in der Zeit des exakt quantitativen Studiums noch über die Frage gearbeitet worden, wie die absolute Größe der Harnstoffpermeation eines gegebenen Objekts von chemischen Agentien beeinflusst wird, die man der permeierenden Harnstofflösung zusetzt. Darüber, daß die älteren, sich vielfach widersprechenden Angaben über Beeinflussung der Permeabilität den modernen Ansprüchen nicht genügen, haben sich die maßgebenden Autoren wiederholt geäußert. COLLANDER und BÄRLUND (1933, S. 45f.) konnten an dem Standardobjekt moderner Permeabilitätsforschung *Chara ceratophylla* mit exakter mikrochemischer Methode nachweisen, daß z. B. Harnstoff und Trimethylzitat, die den Zellen gleichzeitig in Mischlösungen geboten werden, ihr Permeationsvermögen gegenseitig nicht beeinflussen. Dagegen wird die Harnstoffpermeabilität durch Äthyläther deutlich erhöht (vgl. auch HÖFLER und WEBER 1926).

Unter den chemischen Agentien scheint nun vor allem die Wirkung der lebenswichtigen und an sich unschädlichen Neutralsalze wissenswert. Zumal für die theoretische Deutung der Harnstoffpermeation, die Frage nach Lipoid- oder Filterweg, ist die Beeinflußbarkeit durch Salz von großer Bedeutung. Die Frage wäre vielleicht am exaktesten mit mikrochemischer Methode an *Valonia* oder *Chara ceratophylla* zu untersuchen. Immerhin lassen sich auch wertvolle Aufschlüsse mit quantitativ plasmolytischen Methoden erzielen, die den Vorteil haben, daß zahlreiche plasmatische Objekte verglichen werden können. Und gerade für die Frage der Beeinflußbarkeit der verschiedenen Typen, d. h. der für Harnstoff hoch- und niedrigpermeablen Plasmen, war große Auswahl verwendbarer Zellsorten von Bedeutung.

Allerdings hat die plasmometrische Untersuchung, die ich anwandte, in unserem Falle eine große Schattenseite. Es sind ja immer zwei Unbekannte vorhanden. Erstens die Wirkung der Plasmolyse als solcher, zweitens die spezifische Wirkung des geprüften, dem Diosmotikum zugesetzten Salzes. Da kam es meiner Untersuchung sehr zugute, daß HUBER und SCHMIDT (1933), und SCHMIDT (1936) die Frage nach dem

* Solche Beobachtungen gaben in erster Linie mit den Anstoß zur Untersuchung der „Permeabilitätsreihen“, d. h. der Reihen der Permeationskonstanten verschiedener Nichtleiter bei ein und demselben Plasma, die für verschiedene Zellsorten vielfach spezifisch verschieden gefunden wurden.

Einfluß der Plasmolyse auf die Anelektrolytpermeabilität pflanzlicher Zellen bereits auf breiter Grundlage untersucht haben. An niedrig permeablen Objekten war die Hemmung der Permeationsgeschwindigkeit sehr gering. Die Permeabilität für Harnstoff und Glycerin rasch durchlässiger Plasmen wurde dagegen durch Vorplasmolyse mit Zucker bis auf Bruchteile ihrer ursprünglichen Größe herabgesetzt.

Wie sich im folgenden zeigen wird, konnte ich SCHMIDTS Erfahrungen weitgehend bestätigen und auf seinen Ergebnissen weiterbauen. Immerhin war meine Fragestellung eine wesentlich andere. Denn SCHMIDT fragt vor allem nach der Wirkung der Plasmolyse (Vorplasmolyse) auf die Permeabilität und somit nach ihrer Wirkung auf die Plasmagrenzschichten, ich dagegen nach der direkten Wirkung der Salze, die in Mischlösungen mit den verwendeten Diosmotiken geboten wurden, auf die Permeabilitätseigenschaften verschiedener Plasmen. Meine Studie soll einen Beitrag zur vergleichenden Protoplasmaforschung liefern. Ich sehe meine mit plasmolytischer Methodik durchgeführten Untersuchungen als einen Schritt zur Lösung der behandelten Frage an, die hoffentlich Versuche mit anderer, z. B. mikrochemischer Methodik an anderer Seite weiter klären werden.

Die Arbeit wurde im Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Wien in den Jahren 1936 bis 1938 durchgeführt.

Es sei mir erlaubt, dem Vorstand dieses Instituts, meinem Lehrer, Herrn Professor Dr. KARL HÖFLER für den lebhaftesten Anteil an dem Fortgang der Untersuchungen und für die in jeder Weise tatkräftigste Unterstützung meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Ebenso danke ich Herrn Dr. LOTHAR HOFMEISTER für seine Ratschläge und seine ständige Hilfsbereitschaft.

II. Objekte und Versuchsmethodik

a) Plasmometrische Messung

Für sämtliche Permeabilitätsbestimmungen verwendete ich die plasmometrische Messung nach HÖFLER (1918). Ausführliche Darstellungen dieser Methode liegen mehrfach vor (HÖFLER 1918, 1934 b; HOFMEISTER 1935; STRUGGER 1935). Hier sei nur das Wichtigste kurz wiederholt.

Ist eine Zelle in hypertonischer Lösung von bekannter Konzentration C plasmolysiert, so kann man aus dem Volumsverhältnis des Protoplasten V_P und des Zellhohlraumes V_Z den osmotischen Wert O der Zelle nach der

Gleichung $O = \frac{V_P}{V_Z} \cdot C$ bestimmen. Der Plasmolysegrad berechnet sich für

zylindrische Zellen nach $G = \frac{l - \frac{b}{3}}{h}$, wobei l die Länge, b die Breite des

Protoplasten und h die Innenlänge der Zelle ist (Abb. 1). Liegt die Zelle in einer durch das Plasma permeierenden Substanz, so dehnt sich nach Erreichen des osmotischen Gleichgewichtes der Protoplast wieder aus. Man mißt während

der Rückdehnung die Protoplastenlängen l_1, l_2, \dots und berechnet daraus die Plasmolysegrade G_1, G_2, \dots und ihre Differenz. ΔG ist die Änderung des Plasmolysegrades pro Stunde. Die osmotische Wertzunahme $O_2 - O_1 = C(G_2 - G_1)$ läßt die Menge des eingedrungenen Plasmolytikums erschließen. Die Stundenaufnahme ist gegeben durch $M = C \cdot \Delta G$. Als Maß der Permeabilität verwenden wir die Konstante P' . Sie wird in folgender Weise

ermittelt: $P' = \frac{M}{C - c}$. M = mittlere Stoffaufnahme des Protoplasten pro Stunde. C = Konzentration des Plasmolytikums in der Außenlösung.

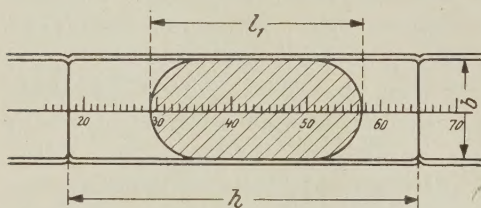


Abb. 1 (Erklärung im Text auf S. 3)

c = jeweilige Konzentration des Plasmolytikums im Zellsaft. c , die Konzentration des Plasmolytikums im Zellsaft, wird wie bisher durch Extrapolation aus der Stoffaufnahme während des zu wertenden Intervalles näherungsweise ermittelt (HÖFLER 1934; HOFMEISTER 1935). Die Angabe von c in Mol bezieht sich aber, wie ASHIDA geltend gemacht hat, auf den Innenraum der entspannten Zelle und nicht auf den des plasmolysierten Protoplasten. Da für die Permeation nun die tatsächlich im Innenraum des plasmolysierten Protoplasten vorliegende Konzentration maßgebend ist, muß die Umrechnung auf den mittleren Plasmolysegrad des gewerteten Intervalles $\frac{G_1 + G_2}{2}$ vorgenommen werden; es wird c durch diesen Wert dividiert. Nach dem Vorschlag von ASHIDA gilt also:

$$P' = \frac{M}{C - \frac{2c}{G_1 + G_2}} \quad (1)$$

b) Das Arbeiten mit Mischlösungen

Um den Einfluß von Salzen auf die Permeabilität einiger Diosmotika zu studieren, verglich ich die Durchtrittsgeschwindigkeit der Diosmotika in Lösungen mit und ohne Salzzusatz. Zur Herstellung von Mischlösungen gebrauchte ich Diosmotika und Salzlösungen, die miteinander genau isotonisch waren und in folgenden Verhältnissen vermischt wurden:

Diosmotika : Salzen 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 9:1, 99:1.

Die Isotonie kann bei verschiedenen Objekten etwas variieren und muß daher für jedes Objekt neu bestimmt werden.

Es sei hier gleich hingewiesen, daß bei den Versuchen mit Mischlösungen bloß das Mengenverhältnis der Ausgangslösungen angeführt wurde. Bei der Berechnung mußte aber auf die tatsächliche Partialkonzentration des Diosmotikums Rücksicht genommen werden (vgl. HOFMEISTER 1935).

Die Berechnung von P' geschieht beim Arbeiten mit Mischlösungen nach folgender Formel:

$$P' = \Delta G \cdot \frac{C + D}{C - \frac{2c}{G_1 + G_2}} \quad (2)$$

C = Konzentration des Diosmotikums, das auf seine Permeabilität geprüft werden soll. D = Konzentration des praktisch nicht permeierenden

Zusatzes (Salz bzw. Traubenzucker). c ergibt sich als das Produkt von $C + D$ mit der Gradänderung, berechnet für die Mitte des gewerteten Intervalles. Der Wert D wird für die Plasmolysegradberechnung benötigt; für die Permeabilitätsberechnung aber ist er belanglos. Deshalb wird für D nicht der Molwert der Salzlösung, sondern, der Einfachheit halber, der des Diosmotikums eingesetzt — damit bleibt die Einführung des isotonischen Koeffizienten des betreffenden Diosmotikums erspart. Arbeiten wir z. B. mit einer Mischung von gleichen Teilen Harnstoff (0,8 GM) und $CaCl_2$ (0,34 GM), so sind in der Lösung nebeneinander die Konzentrationen von $CaCl_2$ (0,17 GM) und Harnstoff (0,4 GM) enthalten. Da isotonische Lösungen gemischt wurden, entspricht der Konzentration von 0,17 $CaCl_2$ die Wirkung einer Harnstoffkonzentration von 0,4 GM . Wir begehen daher für die Berechnung des Plasmolysegrades und für die von c keinen Fehler, wenn wir 0,8 als Wert für $C + D$ gebrauchen.

c) Wahl der Objekte

Die Tatsache, daß ich zu allen Permeabilitätsbestimmungen die plasmometrische Methode anwandte, brachte eine Einengung in der Wahl der Objekte mit sich. Es konnten nur Objekte mit regelmäßig zylindrisch geformten Zellen, die schöne Konvexplasmolyse ermöglichen, gebraucht werden. Ich habe zum Teil solche Objekte untersucht, die von anderen Autoren zu Permeabilitätsbestimmungen benützt wurden, um das Verhalten dieser Plasmen auch im Hinblick auf meine Fragestellung zu studieren, zum Teil neue, für meine Zwecke günstige Zellsorten verwendet. Ich wählte Objekte mit verschieden hoher Permeabilität aus; mit langsamer: *Tradescantia elongata*, mit mittlerer: *Allium cepa*, *Valeriana officinalis*, *Caltha palustris* und *Mentha aquatica* und mit rascher Permeabilität: *Campanula trachelium* und *Taraxacum officinale*.

d) Verwendete Plasmolytica

Als Diosmotica verwendete ich die von Plasmolytikern vielfach untersuchten Anelektrolyte Harnstoff und Glycerin, ferner Kalziumchlorid und Kaliumchlorid. Traubenzucker als Zusatzstoff habe ich stets damit verglichen. Während Harnstoff und Glycerin immer eine deutliche, an den verschiedenen Objekten bald langsamere, bald schnellere Permeation aufweisen, ist die Durchlässigkeit für KCl und Traubenzucker gering und kann daher im plasmometrischen Versuch vernachlässigt werden. Kalziumsalze dringen überhaupt nicht in osmotisch nachweisbaren Mengen durch das Protoplasma. Ich weise auf die Untersuchungen von FITTING (1915), TRÖNDLE (1918), HÖFLER (1926) und WEIXL-HOFMANN (1930) hin*.

Die verwendeten Konzentrationen sind bei den Versuchen angeführt.

* Doch besteht wahrscheinlich auch für Ca-Salze eine gewisse „Intrabilität“, vgl. HÖFLER (1939).

e) Allgemeine Bemerkungen zu den Versuchen

Vor Beginn des Permeabilitätsversuches wurden die Schnitte stets eine Zeitlang (die Schnitte einer Versuchsreihe immer gleich lang) in doppelt destilliertem Wasser vorbehandelt. Die Wässerung erleichtert das Ablösen des Plasmas von der Zellwand und ermöglicht rascheres Eintreten einer Konvexplasmolyse (HÖFLER 1918). Eine Änderung der Permeabilität infolge der Wässerung wurde, mit einer Ausnahme an *Taraxacum officinale*, nie wahrgenommen. Bei diesem Objekt wurde die Permeabilität durch zwanzigstündige Wässerung etwas gehemmt. Kurzdauernde Wässerung hatte auch hier keine Wirkung.

Wie früher schon erwähnt, stelle ich aus den Permeabilitätsunterschieden zwischen der reinen Lösung eines Diosmotikums und einer Mischlösung derselben mit einem Salz die Wirkung dieses Salzes fest. Um nun eine genaue Vergleichbarkeit der Versuchsergebnisse einer Reihe zu ermöglichen, war es notwendig, alle anderen Umstände, die die Permeabilität irgendwie verändern könnten, aus dem Wege zu schaffen. Wie die Erfahrung lehrt, ist die Permeabilität für verschieden gelegene Zellen ein und desselben Objektes bisweilen ungleich. Ich verwendete daher stets möglichst benachbarte Schnitte. Bei Objekten, die größere Variation der Permeabilität schon an gering entfernten Stellen möglich erscheinen ließen, wurden die Schnitte halbiert und die beiden Teile in die zu prüfenden Lösungen gebracht. Die Schnitte durften nie zu dick oder zu dünn sein. Bei zu dicken Schnitten wird meist der Zutritt der Lösung zu den beobachteten Zellen erschwert, was den Plasmolyseverlauf störend beeinflusst, bei zu dünnen Schnitten könnte durch Wundwirkung zu geringe Permeabilität vorgetäuscht werden (HÖFLER und STIEGLER 1930). Aus demselben Grunde wurden auch bei ansonst guten Schnitten nie Randzellen gemessen. Meist wurden für die Versuche einer Reihe mehrere Exemplare derselben Pflanze benötigt. Um dennoch genaue Vergleichswerte zu erhalten, mußte das neue Exemplar stets auf die Permeabilität für das reine Diosmotikum geprüft werden. Konzentrationsänderungen der Lösungen während eines Versuches müssen strengstens vermieden werden. Erstreckten sich die Versuche über längere Dauer, so hatte ich nach jeder Messung die Schnitte aus dem Präparate in gut verschließbare Fläschchen mit der Lösung übertragen. (Dauerte die Messung wie bei *Tradescantia* von der ersten bis zur letzten Zelle längere Zeit, so hatte ich auch trotz nachheriger Übertragung des Schnittes aus dem Präparate in die Lösung das Präparat mit Paraffinöl eingeschlossen.) Bei Versuchen mit einer Dauer von nur einer Stunde beließ ich die Präparate unter dem mit Paraffinöl umrandeten Deckglas. Nur bei ganz raschen Versuchen (3 bis 7 Minuten Dauer) konnte ich auf das Einschließen verzichten.

In Vorversuchen orientierte ich mich über den zeitlichen Verlauf des ganzen Versuches. Ich stellte den Zeitpunkt der stärksten Plasmolyse, den Beginn der Wiederausdehnung des Protoplasten und schließlich das Eintreten der Deplasmolyse fest. Der für die Permeabilitätsberechnung gewertete Messungsbereich erstreckt sich über einen Zeitraum gleichmäßig rascher Protoplastenrückdehnung. In die Zeit zwischen der ersten Messung, die immer unmittelbar nach dem Beginn der Wiederausdehnung des Protoplasten stattfand, und der letzten fallen mehrere Messungen, die zur Kontrolle des gleichmäßigen Permeationsverlaufes dienen.

III. Versuche

Um eine gewisse Reihenfolge einzuhalten, ordne ich die Objekte nach steigender Permeationsgeschwindigkeit und beginne mit dem für Harnstoff langsamst permeablen Objekt *Tradescantia elongata*.

Langsamst permeables Objekt (*Tradescantia elongata*)

Tradescantia elongata, ein schon mehrfach verwendetes Versuchsobjekt, wurde auf seine Harnstoff- und Glycerinpermeabilität und auf die Beeinflussung dieser durch Zusatz von CaCl_2 untersucht. Im Falle der Harnstoffpermeabilität wurde auch der Einfluß von KCl und zum Vergleich der von Traubenzucker geprüft. Nach dem Beispiele HÖFLERS (1918, 1919) und HOFMEISTERS (1935) verwendete ich die gestreckten, roten ans Stranggewebe grenzenden Grundgewebszellen des Stengels und die Zellen der zwei bis drei nächst inneren Reihen. Die Schnitte selbst waren Längsschnitte aus dem (von oben gezählt) dritten und vierten Internodium des Stengels. Sie wurden während des Schneidens stets naß gehalten, um die schädigende Wirkung einer eventuellen Austrocknung streng zu vermeiden. Nach einer 12- bis 20stündigen Wässerung wurden die Schnitte geteilt; der eine Teil kam in das reine Diosmotikum, der andere in die Mischlösung desselben mit dem Salz oder zur Kontrolle in Traubenzucker. Nach Möglichkeit wurden Zellen derselben Zellreihe gemessen. Die lange Wässerung war unbedingt notwendig, weil ansonsten nur wenige Zellen eines Schnittes Konvexpasmolyse zeigten. Viele Orientierungsversuche lieferten den Beweis dafür, daß die Permeabilität durch diese lange Wässerung nicht merklich beeinflußt wurde.

Als praktisches Beispiel der früher angegebenen Berechnung sei die Permeabilitätskonstante des Protoplasten P' des auf Seite 8 oben angegebenen Versuches ausführlich gerechnet.

Die Zeitmitte der ersten Messung ist $11^h 49'$, die der dritten $16^h 49'$, die Mitte zwischen der ersten und dritten Messung ist $14^h 19'$; Zeit von der Einlegung des Schnittes in die Lösung bis zur Mitte des gewerteten Intervalles ist 300 Minuten. Änderung des Plasmolysegrades für diese Zeit (300') ist 0,0684, also die Partialkonzentration $c = 0,0684 \times 0,5 = 0,0342$.

$$\text{Berechnung nach Gl. (1): } P' = 0,01367 \frac{0,5}{0,5 - 0,064}, \quad P' = 0,0156.$$

Vergleichen wir nun die Ergebnisse der beiden Versuche, so finden wir durch Zusatz von $\frac{1}{5} \text{ CaCl}_2$ eine geringe Hemmung der Harnstoffpermeabilität. Während P' für die reine Harnstofflösung 0,0156 war, ist P' für die Mischlösung 0,01355, d. i. in Prozenten ausgedrückt 87% der reinen Harnstofflösung. Resultate weiterer Versuche in den gleichen Lösungen, deren genauen Verlauf ich aus Raumgründen nicht protokolliere, bestätigen das Ergebnis. Die Schnitte für diese Versuche wurden durchschnittlich 14 Stunden gewässert, hernach halbiert und wieder

Versuche über die Harnstoffpermeabilität und ihre Beeinflussung durch CaCl_2

$C = 0,5$ mol Harnstoff. t (Lösungstemp.) = $17,5^\circ \text{C}$. 17. Jänner 1937

Schnitt nach 15stündiger Wässerung halbiert, die eine Hälfte um $9^{\text{h}} 20'$ in die reine Harnstofflösung gelegt (die zweite Hälfte wird gleichzeitig für den später beschriebenen Versuch in eine Mischlösung gebracht)

Erste Messung: $11^{\text{h}} 38'$ bis 12^{h} ; zweite Messung: $14^{\text{h}} 38'$ bis 15^{h} ;
dritte Messung: $16^{\text{h}} 38'$ bis 17^{h}

Zelle	l_1	l_2	l_3	h	b	G_1	G_3	ΔG
1	59,1	65,0	67,2	160	24	0,482	0,557	0,0150
2	55,1	59,8	61,9	98	24	0,480	0,550	0,0140
3	62,0	66,0	67,8	107	24	0,504	0,558	0,0110
4	61,0	65,0	67,5	108	24	0,490	0,551	0,0112
5	46,9	50,6	52,8	80	24	0,486	0,560	0,0148
6	59,1	62,3	64,4	105	24	0,486	0,537	0,0100
7	37,7	40,7	42,5	62	15	0,527	0,620	0,0180
8	55,9	59,9	61,6	100	15	0,509	0,566	0,0114
9	31,6	34,0	36,0	52	15	0,512	0,596	0,0168
10	39,9	43,2	44,6	68	15	0,514	0,582	0,0137
11	37,1	40,9	42,2	63	15	0,510	0,591	0,0160
12	48,6	52,3	54,2	87	15	0,510	0,566	0,0112

$G_3 - G_1$ (Mittel) = 0,068; ΔG (Mittel) = 0,01367; P' (Mittel) = **0,0156**

Mischlösung Ha.: $\text{CaCl}_2 = 4 : 1$ (4 Teile 0,5 mol Ha. + 1 Teil 0,19 mol CaCl_2).
 $t = 17,5^\circ \text{C}$. 17. Jänner 1937

Zweite Schnitthälfte des vorigen Versuches um $9^{\text{h}} 20'$ in die Mischlösung

Erste Messung: $12^{\text{h}} 10'$ bis $12^{\text{h}} 32'$; zweite Messung: $13^{\text{h}} 10'$ bis $13^{\text{h}} 32'$;
dritte Messung: $17^{\text{h}} 10'$ bis $17^{\text{h}} 32'$

Zelle	l_1	l_2	l_3	h	b	G_1	G_3	ΔG
1	41,1	41,8	44,1	73	25	0,4495	0,4905	0,00912
2	51,1	52,0	55,2	94	25	0,4450	0,5000	0,00900
3	29,3	29,9	31,5	52	19	0,4420	0,4840	0,00830
4	36,7	37,3	40,2	72	19	0,4220	0,4700	0,00960
5	64,3	66,4	71,5	127	18	0,4590	0,5150	0,00110
6	58,1	59,1	63,7	107	24	0,4680	0,5200	0,00940
7	45,1	46,0	49,8	77	24	0,4925	0,5442	0,00940
8	36,5	37,0	39,1	69	18	0,4410	0,4800	0,00700
9	45,1	46,0	49,2	87	18	0,4495	0,4968	0,00860
10	38,9	39,7	43,0	75	18	0,4390	0,4935	0,00991
11	51,0	52,0	56,0	96	24	0,4480	0,5000	0,00945

$G_3 - G_1$ (Mittel) = 0,049; ΔG (Mittel) = 0,0094; P' (Mittel) = **0,01355**

P' eines Versuches mit Mischlösung wird folgend berechnet: Zeitmitte zwischen erster und dritter Messung ist $14^{\text{h}} 44'$; verflossene Zeit vom Einlegen des Schnittes bis zur Mitte des gesetzten Intervalles ist 324 Minuten.

Änderung des Plasmolysegrades für diese Zeit ist 0,0503; $c = 0,5 \times 0,0503 = 0,0251$.

$$\text{Nach Gl. (2): } P' = 0,0094 \frac{0,5}{0,3465} = 0,01355.$$

die eine Hälfte in eine Mischlösung von Ha.: $\text{CaCl}_2 = 4:1$, die andere in reine Harnstofflösung gebracht. In jeder Zeile der Tabelle stehen Mittelwerte der beiden vergleichbaren Versuche nebeneinander.

Harnstoffpermeabilität (5 Doppelversuche)

In reiner Harnstofflösung		In einer Mischlösung Ha. : $\text{CaCl}_2 = 4:1$		
ΔG	P'	ΔG	P'	Prozent der reinen Harnstoffpermeabilität
0,01620	0,0193	0,0101	0,0154	80
0,01210	0,0152	0,0080	0,0130	85
0,01790	0,0203	0,0120	0,0150	74
0,01360	0,0156	0,0090	0,0135	87
0,01850	0,0217	0,0113	0,0159	73,5
Mittel: 0,01567	0,0184	Mittel: 0,0101	0,0159	79,2

Versuche über die Glycerinpermeabilität für *Tradescantia elongata* und ihre Beeinflussung durch CaCl_2

1. Messung: 13 ^h 35' bis 13 ^h 58'	1. Messung: 14 ^h 16' bis 14 ^h 36'
2. „ : 14 ^h 35' „ 14 ^h 58'	2. „ : 15 ^h 16' „ 15 ^h 36'
3. „ : 16 ^h 35' „ 16 ^h 58'	3. „ : 17 ^h 16' „ 17 ^h 36'

In reiner 0,56 mol Glycerinlösung				In Mischlösung 0,56 mol Glycerin : 0,19 mol $\text{CaCl}_2 = 4:1$			
Zelle	G_1	G_3	ΔG	Zelle	G_1	G_3	ΔG
1	0,5190	0,598	0,0266	1	0,617	0,643	0,0091
2	0,4936	0,544	0,0168	2	0,515	0,540	0,0100
3	0,5340	0,582	0,0160	3	0,556	0,579	0,0085
4	0,4600	0,510	0,0166	4	0,504	0,538	0,0113
5	0,6770	0,714	0,0123	5	0,455	0,482	0,0090
6	0,5620	0,602	0,0130	6	0,449	0,478	0,0090
7	0,5440	0,585	0,0140	7	0,442	0,471	0,0100
8	0,4700	0,540	0,0230	8	0,439	0,472	0,0110
9	0,5110	0,559	0,0160	9	0,502	0,540	0,0130
10	0,5650	0,612	0,0160	10	0,516	0,570	0,0180

$$\begin{aligned} \text{Mittelwerte: } G_3 - G_1 &= 0,051 \\ \Delta G &= 0,017 \\ P' &= 0,019 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mittelwerte: } G_3 - G_1 &= 0,022 \\ \Delta G &= 0,010 \\ P' &= 0,014 \end{aligned}$$

Zusatz von Calciumchlorid setzt auch das Durchtrittsvermögen für Glycerin herab. Die Harnstoff- und Glycerinpermeabilität sind annähernd gleich. Auch die permeabilitätshemmende Wirkung des CaCl_2 liegt in ähnlicher Höhe.

Ergebnisse weiterer Versuche

In reiner Glycerinlösung		In Mischlösung		
ΔG	P'	ΔG	P'	Prozent der reinen Glycerin- Permeabilität
0,0160	0,0180	0,010	0,0140	76
0,0190	0,0220	0,011	0,0156	71
0,0140	0,0160	0,009	0,0130	82
0,0220	0,0240	0,012	0,0160	68
0,0170	0,0190	0,010	0,0140	73
Mittel: 0,0176	0,0197	Mittel: 0,016	0,0145	73,6

Im Zusammenhang mit früheren Versuchen prüfte ich nun auch die Wirkung des CaCl_2 auf das Permeiervermögen von KNO_3 . Daß KNO_3 in die Grundgewebszellen von *Tradescantia* ziemlich rasch permeiert, hat schon HÖFLER 1918, 1919, gezeigt. Er fand bei einer Außenkonzentration von $C = 0,20 - 0,30 \text{ GM}$ Stundenwerte von 0,005 bis 0,01 GM KNO_3 .

Im Gegensatz zu Harnstoff und Glycerin fand ich bei KNO_3 keine Hemmung, sondern sogar eine geringe Erhöhung der Permeabilität. Zwei Versuche wurden am 21. Jänner 1937 angestellt. Die Lösungstemperatur war $17,6^\circ \text{C}$. Die Schnitte waren 13 Stunden gewässert. Die Mischlösung wurde aus zwei Volumsteilen 0,28 mol KNO_3 und einem Teil der isotonischen Konzentration 0,196 CaCl_2 hergestellt; sie enthielt also 0,187 KNO_3 und 0,063 CaCl_2 .

Permeation der reinen KNO_3 -Lösung

Mittel: $G_1 = 0,594$

$G_2 = 0,651$

$\Delta G = 0,051$

$P' = 0,073$

Permeation aus der Mischlösung KNO_3 und CaCl_2

Mittel: $G_1 = 0,613$

$G_2 = 0,712$

$\Delta G = 0,039$

$P' = 0,092$

Es ist von großem Interesse, daß der Calciumzusatz die Permeation des Alkalisalzes nicht hemmt, während die Permeation der Anelektrolyte Glycerin und Harnstoff deutlich herabgedrückt wird. Auch WEIXL-HOFMANN hat 1931 an *Lamium* und *Allium* entsprechende Ergebnisse erhalten. HÖFLER (1939, S. 557) weist darauf hin, daß in gezonten Zwiebelschnitten die Zellen der Außenzone Kappen, die der Innenzone aber immer normale Plasmolyse zeigen und daß der Rückgang der Plasmolyse in der Innenzone in KCl-CaCl_2 -Mischlösungen ebenso gut erfolgt wie in reinen KCl -Lösungen.

Wir wissen übrigens aus der jüngst erschienenen Arbeit COLLANDERS (1939), daß für Salz- und Ionenaustausch durch das Plasma in vieler Hinsicht ganz andere Gesetzmäßigkeiten gelten als für die Permeation von Nichtleitern.

Einfluß von KCl auf die Permeabilität für Harnstoff

Die Schnitte wurden 16 Stund. 30 Minut. gewässert. $t = 17,5^{\circ}\text{C}$. 28. Jänner 1937
(Versuchsergebnisse)

In reiner Harnstofflösung		In Mischlösung (2 Teile 0,5 mol Ha. und 1 Teil 0,3 mol KCl)
ΔG	P'	ΔG
0,0161	0,0186	0,0283
0,0170	0,0200	0,0271
0,0120	0,0140	0,0120
0,0192	0,0210	0,0360
Mittel: 0,0161	0,0184	Mittel: 0,0260

Bei unserem Objekte permeieren K-Salze selbst mit merklicher Geschwindigkeit. Man kann daher aus dem zeitlichen Verlauf der Protoplastenausdehnung in diesem Falle keine quantitativen Werte berechnen. Festzuhalten bleibt aber, daß in der Mischlösung KCl-Harnstoff die Rückdehnung gegenüber der in der reinen Lösungskomponente bedeutend (um mehr als 50%) beschleunigt ist, was ja wahrscheinlich zum Hauptteil auf einer erhöhten Permeation des Harnstoffes beruht.

Zum Schlusse der *Tradescantia*-Versuchsreihe habe ich zu Vergleichszwecken noch die Wirkung eines Zusatzes von Traubenzucker auf die Harnstoffpermeabilität gemessen.

Um richtige Vergleichswerte zu bekommen, teilte ich auch diesmal, nach 16 Stunden 22 Minuten langer Wässerung, die Schnitte und beobachtete an den einen Schnitthälften die Permeation einer reinen Harnstofflösung, an den anderen die Harnstoffpermeation aus der Mischlösung mit Traubenzucker.

Reine Harnstofflösung:

Mittel aus 4 Versuchen $\Delta G = 0,014$
 $P' = 0,016$

Mischlösung Harnstoff und Traubenzucker:

2 Teile 0,5 Ha., 1 Teil 0,45 Trbz. $\Delta G = 0,007, 0,008, 0,006, 0,006$
 $P' = 0,012, 0,011, 0,009, 0,01$

Mittel: $\Delta G = 0,007$
 $P' = 0,011$

Betrachten wir nun diese Ergebnisse, so finden wir auffälligerweise bei *Tradescantia* auch durch Zuckerzusatz schon eine starke Verzögerung der Permeationsgeschwindigkeit des Harnstoffes. Ein quantitativer Vergleich der Hemmung durch Traubenzucker und CaCl_2 wird bei späteren Objekten geführt werden.

Besprechung der Gesamtergebnisse dieser Versuchsreihe

Harnstoff und Glycerinpermeabilität sind annähernd gleich und im Verhältnis zu anderen Objekten gering. Stets werden beide durch CaCl_2 -Zusatz ($1/5$) in geringem und fast im gleichen Maße gehemmt. Auch Zuckerzusatz ($1/3$) verzögert die Permeabilität. KCl dagegen ruft eine Förderung hervor.

Mittelpermeable Objekte

Als Vertreter der Objekte von mittlerer Permeabilität für Harnstoff und Glycerin wählte ich *Allium cepa*, *Valeriana officinalis*, *Caltha palustris* und *Mentha aquatica*. Das niedrigst permeable von diesen ist *Allium cepa* und damit soll die Besprechung begonnen werden.

Allium cepa, ein sehr oft gebrauchtes und vielseitig geprüftes Objekt des Plasmolytikers, sollte auch hinsichtlich der Fragestellung dieser Arbeit herangezogen werden. Für alle Messungen bediente ich mich der äußeren (roten) Epidermiszellen der zweiten Schuppe (von außen). Die Schnitte wurden stets den mittleren Partien dieser Schuppe entnommen. Auch hier maß ich Harnstoff- und Glycerinpermeabilität in reiner Lösung, sowie die Permeation dieser Verbindungen aus Mischlösungen mit CaCl_2 bzw. Traubenzucker. Bei Verwendung eines neuen Exemplars prüfte ich jedesmal die Permeabilität für eine reine Harnstoff- und Glycerinlösung. Da aber diese Ergebnisse immer (mit nicht erwähnenswerten Unterschieden) die gleichen waren, erspare ich mir die Aufzeichnung dieser Kontrollversuche. Die Schnitte wurden immer 20 bis 25 Minuten in doppelt destilliertem H_2O vorbehandelt.

Harnstoffpermeabilität

$C = 0,8$ mol Harnstoff. $t = 19^\circ \text{C}$. 11. Februar 1936

1. Messung: 12^h 22' bis 12^h 30' 4. Messung: 12^h 52' bis 13^h 00'
 2. „ : 12^h 32' „ 12^h 40' 5. „ : 13^h 02' „ 13^h 10'
 3. „ : 12^h 42' „ 12^h 50' 6. „ : 13^h 22' „ 13^h 30'

Zelle	h	b	G_1	G_6	ΔG
1	76	19	0,789	0,875	0,0856
2	57	20	0,790	0,895	0,1050
3	81	19	0,794	0,872	0,0780
4	84	20	0,824	0,921	0,0970
5	80	18	0,862	0,957	0,0950
6	60	18	0,766	0,863	0,0970
7	74	18	0,824	0,906	0,0820
8	60	15	0,750	0,853	0,1140
9	68	16	0,743	0,846	0,1030

Mittel: $G_1 = 0,794$; $G_6 = 0,888$; $G_6 - G_1 = 0,094$; $\Delta G = 0,095$; $P' = 011$

Ergebnisse weiterer Versuche

ΔG	0,099	0,083	0,079	0,095	0,102	Mittel: 0,092
P'	0,120	0,098	0,087	0,110	0,131	„ 0,109

Die Harnstoffpermeation war sehr gleichmäßig, die Streuung der Werte im Einzelversuch sehr gering und die Unterschiede zwischen den Mitteln verschiedener Versuche nicht groß.

Nach der Ermittlung dieser Werte schritt ich zum Studium der Wirkung des Kalziums auf die Harnstoffpermeabilität. Ich mischte 0,8 mol Harnstoff mit der im Experiment isotonisch gefundenen Lösung von 0,34 mol CaCl_2 in den Verhältnissen: 1 : 1, 2 : 1, 3 : 1, 9 : 1.

Allium cepa. Harnstoffpermeabilität aus

P' -Werte						P' (Mittel)	Prozent der reinen Harnstoffpermeabilität
Reiner Ha.-Lösung (Kontrolle)						0,109	100
Ha. : CaCl_2 = 9 : 1	0,105	0,113	0,122	0,092		0,108	99
3 : 1	0,103	0,110	0,112	0,082	0,0890	0,101	93
2 : 1	0,076	0,080	0,069	0,079	0,0702	0,075	69
1 : 1	0,065	0,069	0,062	0,047	0,0720	0,063	58

Vergleichen wir die hier angeführten Werte, so finden wir, daß die Permeationsgröße von der zur Harnstofflösung zugefügten CaCl_2 -Menge direkt abhängt. Je größer die Zusatzmenge des Salzes, desto geringer ist die Harnstoffpermeation. Während die Beimengung der CaCl_2 -Lösung zu Harnstoff im Verhältnis 1 : 2 noch eine erhebliche Senkung der Harnstoffpermeabilität bewirkt, hemmt eine solche im Verhältnis 1 : 3 die Permeabilität nur um wenig.

Neben der Prüfung der Permeabilitätshemmung durch CaCl_2 -Zusatz wurde die Wirkung einer isotonischen Traubenzuckerlösung untersucht. Bei den erst beschriebenen Versuchen wurde 1 Teil Traubenzucker (0,89 GM) zu 3 Teilen Harnstoff (0,8 GM) beigefügt. Bei den folgenden Versuchen kamen gleiche Mengen beider Stoffe zur Anwendung.

Weitere Versuche mit derselben Mischlösung ergaben für P' folgende Werte: P' : 0,1182; 0,108; 0,1027; 0,1135. Das Mittel aus diesen Versuchen beträgt für P' : 0,111.

Wenn wir uns erinnern, daß die reine Harnstoffpermeabilität durchschnittlich 0,109 betragen hat, so finden wir bei diesem Objekt durch Beimengung von einem Teil Traubenzucker zu drei Teilen Harnstoff keine Änderung der Permeationsgröße.

Allium cepa. Harnstoffpermeabilität aus Mischlösung
Harnstoff und Traubenzucker (3:1)

Erste Messung: 15^h 10' bis 15^h 27'; fünfte Messung: 16^h 10' bis 16^h 27'

Zelle	l_1	l_2	h	b	G_1	G_5	ΔG
1	59,9	64,7	65	15	0,845	0,998	0,073
2	83,1	89,4	93	20	0,822	0,887	0,065
3	81	87,7	91	21	0,813	0,887	0,074
4	54	58,9	65	20	0,729	0,805	0,075
5	60	65,8	72	18	0,750	0,831	0,081
6	69	75,6	82	18	0,768	0,849	0,081
7	71	76,2	84	18	0,774	0,836	0,062
8	50	54,4	60	15	0,750	0,830	0,073

Mittel: $G_1 = 0,78$; $G_5 = 0,855$; $\Delta G = 0,073$; $P' = 0,1135$

In der Mischlösung von gleichen Teilen Harnstoff und Traubenzucker können wir auch hier eine beträchtliche Hemmung der Harnstoffpermeation von $P' = 0,111$ auf $P' = 0,072$ verzeichnen, wie aus folgenden Werten zu ersehen ist.

Allium cepa. Harnstoffpermeabilität aus der Mischlösung
von gleichen Teilen Harnstoff und Traubenzucker.

Ergebnisse aus ΔG : 0,041; 0,031; 0,027; 0,034; Mittel: 0,033
Vier Versuchen P' : 0,082; 0,067; 0,064; 0,075; „ : 0,072

Dieselbe Wirkung, die durch $\frac{1}{2}$ Traubenzuckerzusatz erreicht wird, wird schon durch $\frac{1}{3}$ CaCl_2 erzielt. Die Permeabilitätskonstante P' für diese Harnstoff- CaCl_2 -Mischlösung betrug 0,075, d. i. 69% der reinen Harnstoffpermeabilität. Zuckerzusatz hemmt also ebenfalls die Permeabilität für Harnstoff, aber doch in geringerem Maße als CaCl_2 .

Glycerinpermeabilität und ihre Beeinflussung durch CaCl_2 an
Allium cepa

$C = 0,8$ mol Glycerin. $t = 18^\circ \text{C}$. 22. Februar 1937

Erste Messung: 15^h 27' bis 15^h 40'; vierte Messung: 17^h 35' bis 17^h 50'

Zelle	l_1	l_4	h	b	G_1	G_4	ΔG
1	43,3	48,9	81	17	0,737	0,844	0,049
2	50,2	57,1	67	17	0,666	0,769	0,047
3	61,8	69,6	79	16	0,716	0,827	0,055
4	67,2	77,1	87	17	0,781	0,823	0,060
5	63,2	72,0	87	16	0,666	0,767	0,046
6	62,1	69,4	78	14	0,736	0,829	0,043
7	73,4	82,3	87	15	0,778	0,889	0,056
8	69	77,6	85	14	0,748	0,858	0,059

Mittel: $G_1 = 0,717$; $G_4 = 0,809$; $\Delta G = 0,052$; $P' = 0,052$

P' von vier weiteren solchen Versuchen beträgt: 0,061, 0,046, 0,062, 0,046. Mittelwert aller fünf Versuche: $P' = 0,0535$.

Von den Versuchen über die Glycerinpermeabilität aus einer Mischlösung mit CaCl_2 sei einer ausführlich wiedergegeben, während ich von weiteren Versuchen mit verschieden abgestuften Mischlösungen bloß die Ergebnisse in einer Tabelle zusammenfasse.

Glycerinpermeabilität aus der Mischlösung von gleichen Teilen
0,8 mol Glycerin und 0,3 mol CaCl_2

Erste Messung: 11^h 50' bis 12^h 04'; vierte Messung: 12^h 50' bis 13^h 04'

Zelle	h	b	G_1	G_4	ΔG
1	86	18	0,790	0,804	0,014
2	102	18	0,823	0,836	0,013
3	100	17	0,873	0,890	0,016
4	102	15	0,784	0,800	0,016
5	80	18	0,800	0,823	0,023
6	82	18	0,768	0,785	0,017
7	84	15	0,792	0,810	0,018

Mittel: $G_1 = 0,804$; $G_4 = 0,821$; $G_4 - G_1 = 0,017$; $\Delta G = 0,017$; $P' = 0,035$

Glycerinpermeabilität aus drei verschieden abgestuften Mischlösungen und einer reinen Glycerinlösung (Kontrolle)

	P' -Werte					P' (Mittel)	Prozent der reinen Glycerinpermeabilität
Reine Glycerinlösung						0,0535	100
Glycerin: $\text{CaCl}_2 = 4:1$	0,053	0,049	0,0423	0,041		0,0464	86,7
2:1	0,050	0,041	0,0390	0,041		0,0430	79,8
1:1	0,038	0,031	0,0420	0,046		0,0360	68

Betrachten wir nun die Ergebnisse an *Allium cepa*, so finden wir, daß an diesem Objekt die Harnstoffpermeabilität beinahe doppelt so groß ist, als die für Glycerin, denn sie beträgt für Harnstoff 0,109 und für Glycerin 0,054. Die Permeabilität wird durch CaCl_2 -Zusatz stets gehemmt, und zwar für den rascher permeierenden Harnstoff stärker als für Glycerin.

Bei den drei folgenden Objekten mit mittlerer Permeationsgeschwindigkeit prüfte ich nur die Durchlässigkeit für Harnstoff und ihre Beeinflussung durch $\frac{1}{5}$ CaCl_2 -Zusatz. Diese Versuche über die Wirkung gleicher CaCl_2 -Mengen auf die Harnstoffpermeabilität verschiedener Objekte sollen die an *Allium* gemachten Erfahrungen unterstreichen.

Vergleich der Harnstoff- und Glycerinpermeabilität und ihrer Hemmung durch CaCl_2

	P'-Werte		P'-Werte
Reine Harnstofflös...	0,109 (100%)	Reine Glycerinlös. .	0,053 (100%)
Ha.: CaCl_2 = 3:1 ...	0,101 (93%)	Glyc.: CaCl_2 = 4:1 .	0,046 (87%)
2:1 ...	0,075 (69%)	2:1 .	0,043 (80%)
1:1 ...	0,063 (58%)	1:1 .	0,036 (68%)

Von *Valeriana officinalis* verwendete ich Stengellängsschnitte, gemessen wurden die roten Hypodermiszellen. Bei *Caltha palustris* dienten die rosa Epidermiszellen der untersten Stengelpartien, bei *Mentha aquatica* die Epidermiszellen aus dem untersten Drittel des Stengels zur Messung.

Die Lösungstemperatur war 20° C. Die Schnitte aller drei Objekte wurden stets 15 Minuten gewässert. Bei *Mentha aquatica* mußte ich infolge der größeren Permeationgeschwindigkeit eine andere Versuchsmethodik einschlagen. Aus jedem Schnitte hatte ich stets nur eine Zelle aus der Mitte desselben messend verfolgt und die übrigen zur Kontrolle mitbeobachtet. Die zur Berechnung herangezogenen ersten und letzten Messungen erfolgten an allen Schnitten nach gleichen Zeiten (4 und 7 Minuten), gerechnet vom Zeitpunkte der Einlegung des Schnittes in die betreffende Lösung. Die ganz gleichmäßige Behandlung und Versuchsart aller Schnitte berechtigt, aus den einzeln gemessenen Zellen Mittelwerte zu berechnen. Die annähernd isotonischen Stammlösungen enthielten 1,5 mol Harnstoff und 0,63 mol CaCl_2 , die Mischlösung enthielt 4 Volumsteile Harnstoff und 1 Volumteil CaCl_2 .

Die Ergebnisse an diesen drei Objekten waren folgende

Objekte	Permeation (P') aus				Hemmung in Prozent
	reiner Harnstofflösung		Mischlösung		
<i>Valeriana officinalis</i>	0,332	0,462	0,314	0,341	23,2
	0,359	0,375	0,252	0,265	
	Mittel: 0,382		Mittel: 0,293		
<i>Caltha palustris</i>	1,076	0,921	0,592	0,489	44,2
	0,937	1,048	0,551	0,588	
	Mittel: 0,995		Mittel: 0,555		
<i>Mentha aquatica</i>	Mittel aus acht Versuchen				43,2
	2,34		1,33		

Wie diese Werte zeigen, wird auch an mittelpermeablen Objekten das Durchtrittsvermögen für Harnstoff durch CaCl_2 herabgesetzt. Während für *Valeriana* der Wert von P' in reiner Lösung 0,382 beträgt, ist die Permeabilität in der Mischlösung auf P' 0,293, d. i. auf 76,8%

herabgemindert. Bei den beiden anderen Objekten *Caltha* und *Mentha* ist die Permeabilität von vornherein höher, nämlich 0,995 bzw. 2,34. Hier ist interessanterweise auch die Hemmung fast doppelt so hoch.

Raschpermeable Objekte

Von hochpermeablen Objekten wählte ich *Campanula trachelium* (Stengelepiderm) und *Taraxacum officinale* (Stengelepiderm). Die rasche Permeabilität an diesen Objekten erschwert die gleichzeitige Messung mehrerer Zellen im selben Schnitte. Ich habe deshalb, wie bei *Mentha aquatica*, in jedem Versuch bloß eine Zelle aus der Mitte des Schnittes gemessen. Während des Versuches habe ich stets die anderen Zellen mitbeobachtet, um zu sehen, ob in ihnen die Rückdehnung ebenso schnell vonstatten geht. Randzellen zeigten meist durch Wundhemmung zu langsame Permeabilität und wurden daher nie zu Permeabilitätsbestimmungen herangezogen.

Campanula trachelium

In *Campanula trachelium* fand ich ein für plasmometrische Messungen vortrefflich geeignetes Objekt. Alle Stengelepidermisschnitte, die ich zu meinen Messungen verwendete, besaßen durchwegs ideal zylindrisch geformte Zellen. Die Protoplasten ließen sich durch hypertonische Lösungen leicht von der Zellwand loslösen und zeigten stets schöne Konvexpasmolyse. Die Pflanze ist im Frühsommer leicht zu verschaffen und bietet einen vollwertigen Ersatz für die von HÖFLER verwendete *Gentiana Sturmiiana*. Da diese Pflanze schwer zugänglich ist, haben mehrere Autoren (HUBER-SCHMIDT 1933; SCHMIDT 1938; BOGEN 1938; WILBRANDT 1931) mit anderen *Gentiana*-Spezies (*Gentiana macrophylla*, *Gentiana frigida*) Vorlieb nehmen müssen. Wurden in den ausgedehnten Versuchsreihen, die ich mit *Campanula* vornahm, neue Exemplare ver-

Permeation einer reinen 1,5 mol Harnstofflösung

Die ersten Messungen erfolgten 4 Minuten, die dritten 6 Minuten nach dem Einlegen in die Harnstofflösung. $t = 19,6^{\circ}\text{C}$. 5. Mai 1936

Versuch	l_1	l_2	h	b	G_1	G_2	ΔG
1	48	58	60	8	0,755	0,921	4,98
2	59	68	72	6	0,791	0,917	3,78
3	35,7	45,8	50	7	0,660	0,824	4,92
4	30,5	37	39	8	0,713	0,880	5,01
5	37,2	45	47	7	0,740	0,900	4,80
6	36,8	44,7	42	7	0,820	0,980	4,80
7	29,5	35,9	38	7	0,700	0,870	5,10
8	39	47,2	56	6	0,660	0,815	4,66

Mittelwerte: $G_1 = 0,730$; $G_2 = 0,900$; $\Delta G = 4,78$; $P' = 9,40$

wendet, so wurden diese stets auch auf die reine Harnstoffpermeation geprüft. Die Werte stimmten fast genau mit dem zuerst gemessenen Exemplar überein, wodurch die Versuchsergebnisse sehr an Wert gewinnen. Wegen der hervorragenden Eigenschaften dieses Versuchsobjektes und der hohen Zuverlässigkeit der daran gewonnenen Werte will ich diese Versuchsergebnisse ausführlich mitteilen. Verwendet wurden Epidermisschnitte aus den mittleren Stengelpartien, die stets 10 Minuten gewässert wurden.

Mischlösung

von gleichen Teilen 1,5 mol Ha. und 0,63 mol CaCl_2

Erste Messungen nach 11 Minuten, dritte Messungen nach 13 Minuten

Versuch	l_1	l_2	h	b	G_1	G_2	ΔG
1	24,8	25,5	42	8	0,572	0,543	0,48
2	27,7	28,5	52	8	0,480	0,496	0,45
3	25	25,6	33	6	0,697	0,715	0,54
4	43,3	44,4	68	6	0,607	0,624	0,51
5	59	59,9	72	6	0,791	0,805	0,42
6	39	39,7	56	6	0,660	0,674	0,42
7	35,3	31,2	50	6	0,666	0,684	0,54
8	35,7	36,3	50	7	0,667	0,680	0,54

Mittelwerte: $G_1 = 0,637$; $G_2 = 0,652$; $\Delta G = 0,487$; $P' = 1,54$

Reine Harnstofflösungen und Ha.- CaCl_2 -Mischlösungen

Die ersten Messungen erfolgten bei $\frac{1}{2}$ CaCl_2 -Zusatz nach 11 Minuten, bei $\frac{1}{3}$ nach 7, bei $\frac{1}{5}$ nach 6, bei $\frac{1}{10}$ und $\frac{1}{100}$ nach 5 Minuten. Die dritten (letzten) Messungen immer 2 Minuten darauf

Ha.: CaCl_2	ΔG -Werte				ΔG (Mittel)	P' (Mittel)	Prozent der reinen Harnstoff-permeabilität
Reine Ha.-Lösung (Kontrolle)	4,98	3,78	4,92	5,01	4,79	9,37	100
	4,80	5,10	4,80	4,66			
99:1	4,26	5,16	3,90	3,70	4,26	9,19	98
	3,78	4,02	4,98				
9:1	3,60	3,96	3,18	3,72	3,53	7,41	82
	2,76	3,75	3,75				
4:1	1,92	2,28	1,72	1,68	1,92	3,92	41
	2,25	1,75	1,86				
2:1	1,38	1,32	1,17	0,93	1,30	2,94	31,4
	1,56	1,14	1,47	1,41			
1:1	0,48	0,45	0,54	0,51	0,49	1,54	16,5
	0,42	0,42	0,54	0,54			

Von den weiteren Versuchen mit verschiedenen abgestuften Mischlösungen von Harnstoff und CaCl_2 führe ich nur Mittelwerte von $G_3 - G_1$, ΔG und P' an. Zum Vergleich enthält die vorstehende Tabelle auch nochmals die Endwerte der zwei vorausgegangenen Versuche (vgl. auch Abb. 2, untere Kurve).

Die hier angeführten Mittelwerte errechnete ich jeweils aus 7 bis 9 Versuchen. Die Werte der einzelnen Versuche wiesen nur geringe Streuung auf, wie die ΔG -Werte aus den oben angeführten Versuchen zeigen. Diese Regelmäßigkeit ist auch aus den zwei ausführlich angeführten Versuchsreihen in reiner Harnstofflösung und der Mischlösung mit gleichen Teilen Harnstoff und CaCl_2 zu ersehen. Schon früher hatte ich darauf hingewiesen, daß die Hemmung der Harnstoffpermeation parallel läuft mit der Menge des zugesetzten Ca-Salzes. Diese Abhängigkeit tritt nun bei *Campanula* ganz besonders schön hervor, denn dieses fein reagierende Objekt spricht auf jede geringe Steigerung der CaCl_2 -Zusatzmenge gut an. Die hemmende

Wirkung ist hier besonders stark. $\frac{1}{10}$ Volumen CaCl_2 hemmt das Eindringen des Harnstoffes um etwa 18%. Man beachte, daß die Werte der meisten diesbezüglichen Versuche geringer waren als die für die Permeabilität einer reinen Harnstofflösung.

Wirkung des Traubenzuckers auf die Harnstoffpermeabilität

Für diese Bestimmungen verwendete ich ein Exemplar von einem anderen Standort. An diesem war die Harnstoffpermeabilität bedeutend höher. Sie betrug 31,7. $\frac{1}{3}$ Traubenzuckerzusatz vermag die Harnstoffpermeabilität um die Hälfte, $\frac{1}{4}$ um 40% herabzusetzen. Die Calciumhemmung war auch an diesem Objekte bedeutend stärker, wie aus nachstehenden Werten folgt (vgl. auch Abb. 2).

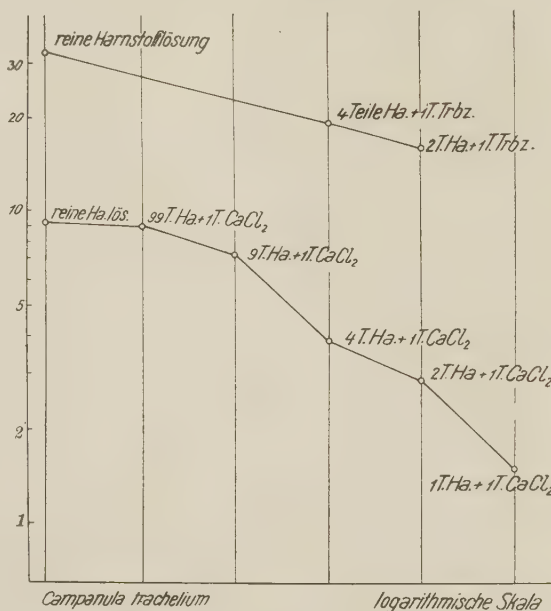


Abb. 2 (Erklärung im Text)

Traubenzuckerhemmung			Kalziumhemmung		
Lösung	P'	Prozent der reinen Harnstoff- permea- bilität	Lösung	P'	Prozent der reinen Harnstoff- permea- bilität
Harnstoff rein.....	31,7	100	Harnstoff rein	9,37	100
Mischlösung:			Mischlösung:		
Ha. (1,5 GM): Trbz.			Ha.: CaCl ₂ :		
(1,35 GM):					
4:1	19,1	60	4:1	3,92	41
2:1	16,2	51	2:1	2,94	31

Die CaCl₂-Beimengungen hemmen die Harnstoffpermeation doch noch wesentlich stärker als der Traubenzucker.

An allen Objekten war durch CaCl₂-Zusatz eine Hemmung der Harnstoff- bzw. Glycerinpermeation zu verzeichnen. Es war nun die Frage naheliegend, ob sich diese hemmende Wirkung des Kalziums einer Mischlösung noch bei nachheriger Übertragung des Schnittes in die reine Harnstofflösung geltend macht. Orientierende Versuche an *Campanula trachelium* wurden diesbezüglich angestellt. Brachte ich Schnitte nach einigen Messungen in der Mischlösung in die reine Harnstofflösung, so wurde die Durchtrittsgeschwindigkeit wohl wieder größer, doch nie so groß wie in reiner Harnstofflösung ohne diese Vorbehandlung. Es ist eine bekannte Tatsache, daß vielfach die Permeabilität mit Zunahme der Dauer allmählich abnimmt. Diese Verzögerung geht meist recht langsam vor sich. Die Ursache der starken Hemmung in meinen Versuchen liegt in der Ca-Vorbehandlung. Genaue Untersuchungen über die Wirkung der Vorbehandlung nahm ich an den nächsten Objekt *Taraxacum officinale* vor.

Versuche mit *Taraxacum officinale*

Im Jahre 1936 erschien eine Arbeit von SCHMIDT, worin er unter anderem ausführlich über die Wirkung der Vorplasmolyse in Zucker und verschiedenen Salzen auf die Permeabilität für Harnstoff und Glycerin berichtet. Angeregt durch diese Arbeit, stellte ich es mir zur Aufgabe, am gleichen Objekt ähnliche Versuche über die hemmende Wirkung verschiedener Vorbehandlungen anzustellen. Für die Vorbehandlung der Schnitte verwendete ich isotonische Salzlösungen, hypotonische Salzlösungen, Zuckerlösungen und doppelt destilliertes Wasser. Ich untersuchte erstens wie früher die Harnstoffpermeation aus einer Mischlösung Harnstoff : Traubenzucker = 1 : 1 und zweitens die Permeation des Harnstoffes aus gleichen Mischlösungen, nachdem ich

die Schnitte einer Vorbehandlung in reiner Traubenzucker- bzw. CaCl_2 - und KCl -Lösung unterzogen hatte. Diese Vorbehandlung hatte in den einzelnen Versuchen verschiedene Dauer. Zur Kontrolle prüfte ich auch die Permeation einer reinen Harnstofflösung ohne und mit verschiedenen langer Vorbehandlung einerseits in isotonischer, anderseits in hypotonischer CaCl_2 -Lösung und in doppelt destilliertem H_2O . Daran schloß ich die Untersuchungen der Permeabilität für Harnstoff in den abgestuften Mischlösungen mit CaCl_2 und Zucker.

Zu allen Messungen verwendete ich Epidermiszellen der Blattrippenoberseite, zirka $\frac{1}{2}$ bis 2 cm des Blattgrundes. Die Schnitte wurden stets 20 Minuten gewässert.

Taraxacum officinale. Harnstoffpermeation aus der Mischlösung 1 mol Harnstoff:1 mol Traubenzucker = 1:1
Erste Messungen 7 Minuten, fünfte Messungen 11 Minuten nach dem Einlegen in die Mischlösung. $t = 18^\circ \text{C}$. 17. November 1936

Versuch	l_1	l_6	h	b	G_1	G_6	ΔG
1	20	21,8	24	5	0,762	0,837	1,125
2	19	20,8	23	5	0,752	0,830	1,176
3	25	26,9	29	6	0,793	0,861	1,020
4	29,3	34,1	47	5	0,587	0,686	1,476
5	23	25,9	35	5	0,600	0,688	1,320
6	29	33,5	46	6	0,587	0,674	1,302
7	22	24,3	30	6	0,660	0,743	1,155
8	21	24	31	6	0,613	0,710	1,167

Mittelwerte: $G_1 = 0,669$; $G_5 = 0,716$; $\Delta G = 1,218$; $P' = 4,8$

Von den weiteren Versuchen führe ich nur die Mittelwerte von P' an. Die Versuche fanden vom 17. bis 23. November 1936 statt. t um 18°C .

Lösung für die Vorbehandlung	Zeit der Vorbehandlung	P' für Harnstoff aus Mischlösung	Kontrolle in Prozent
Kontrollversuch	Ohne Vorbehandlung	4,8	100
1 mol Traubenzucker	4 ^h 10'	1,14	23,8
	19 ^h 30'	0,36	7,5
0,42 mol CaCl_2	3 ^h 30'	0,93	19,3
	19 ^h 0'	0,32	6,6
0,65 mol KCl	4 ^h 0'	6,79	142,0

Die hier angeführten Permeabilitätswerte sind Mittelwerte aus 8 bis 10 Einzelversuchen. Auch an diesem Objekte ist die geringe Streuung günstig und spricht für eine große Zuverlässigkeit der Ergebnisse. Als Beispiel für die Größe der Streuung will ich die ΔG -Werte aus den

Versuchen mit 4^h, 10' Vorbehandlung in 1 mol Traubenzucker mitteilen: 0,388, 0,35, 0,39, 0,31, 0,4, 0,38, 0,42, 0,4. Auch die Werte der vorher ausführlich angeführten Versuche über die Harnstoffpermeabilität aus der Mischlösung von gleichen Teilen Harnstoff und Traubenzucker liefern den Beleg für die Kleinheit der Streuung.

Taraxacum officinale. Reine Harnstoffpermeabilität ohne und mit Vorbehandlung

Lösung für die Vorbehandlung	Zeit der Vorbehandlung	P'	Prozent der reinen Harnstoffpermeabilität
Kontrollversuch	Ohne Vorbehandlung	17,92	100
0,42 mol CaCl ₂	21 ^h 15'	0,6	3,37
0,1 mol CaCl ₂	4 ^h 15'	10,0	55,8
Doppelt dest. H ₂ O	20 ^h 0'	14,0	78

Diese Versuche an *Taraxacum officinale* lehren uns, daß jede wie immer geartete Vorbehandlung von Schnitten in Salz- bzw. Zuckerlösung stets von Einfluß auf die Permeabilität ist. So vermag z. B. eine vierstündige Vorbehandlung der Schnitte in 1 mol Traubenzucker die Permeation für Harnstoff aus der Mischlösung von gleichen Teilen Harnstoff und Traubenzucker bis auf 23% herabzusetzen, eine 19stündige Vorbehandlung erreicht die starke Hemmung bis auf 7½% vom Ausgangswert. Liegen die Schnitte längere Zeit in isotonischer 0,42 mol CaCl₂-Lösung, so wird die Durchtrittsgeschwindigkeit stark erniedrigt; z. B. bei einer Dauer von 3 Stunden, 30 Minuten bis auf 19,3%, bei einer Dauer von 19 Stunden bis auf 6½%. Sogar eine weitgehend hypotonische CaCl₂-Lösung (0,1 mol), kann durch längeres Einwirken (4 Stunden) die Permeation für Harnstoff stark (auf 55,8%) hemmen, wie aus voriger Tabelle zu ersehen ist. Wässerung in doppelt destilliertem Wasser durch 20 Stunden vermindert die Permeation nur um etwa ⅕ (78%).

Die Ausführungen von SCHMIDT, daß mit Zunahme der Dauer der Vorplasmolyse auch die permeabilitätshemmende Wirkung zunimmt, kann ich somit bestätigen. Die Hemmung nimmt nicht gleichmäßig mit der Zeit der Vorbehandlung zu, sondern erfolgt in den ersten Stunden am stärksten. Die Harnstoffpermeation der Mischlösung von gleichen Teilen Harnstoff und Traubenzucker beträgt z. B. nach 4 Stunden Vorbehandlung in Traubenzucker 23,8% und nach 20 Stunden 7,52%. Ähnlich ist das Verhältnis bei der Anwendung von CaCl₂ zur Vorbehandlung.

Ferner untersuchte ich auch an *Taraxacum*, und zwar an nicht vorbehandelten Schnitten die Wirkung des Kalziums auf die Harnstoff-

permeation in der gleichen Weise wie bei den früher besprochenen Objekten. Die Wirkung von Traubenzuckerzusatz wurde zum Vergleich bestimmt. Von zahlreichen solchen Versuchsreihen will ich nur einen ausführlich wiedergeben, von den übrigen nur Mittelwerte aus mehreren Versuchen in einer Tabelle zusammenfassen.

Harnstoffpermeation aus reiner Lösung

Erste Messungen nach 3 Minuten, dritte Messungen nach 4 Minuten. $t = 16^{\circ}\text{C}$.
19. Dezember 1936

Versuch	l_1	l_3	h	b	G_1	G_3	ΔG
1	24,1	28	30	6	0,736	0,866	7,80
2	21,2	24,8	26	6	0,740	0,877	8,22
3	24,6	28,3	28	6	0,800	0,940	8,40
4	24,6	29	31	6	0,730	0,870	8,40
5	24,8	28,7	30	5	0,770	0,900	7,80
6	28,6	32,4	37	5	0,727	0,730	6,60
7	20,8	24,6	29	5	0,658	0,791	8,00
8	19	22,4	24	4	0,738	0,880	8,52
9	26	29,8	30	4	0,840	0,957	7,02

Mittelwerte: $G_1 = 0,751$; $G_3 = 0,88$; $\Delta G = 7,91$; $P' = 17,92$

Harnstoffpermeation aus Mischlösungen

Erste Messungen nach 6 Minuten,
vierte Messungen nach 9 Minuten

Gleiche Teile Ha. (1 mol), CaCl_2 (0,42 mol)			
Versuch	G_1	G_4	ΔG
1	0,776	0,818	0,855
2	0,762	0,795	0,660
3	0,630	0,667	0,750
4	0,720	0,759	0,789
5	0,685	0,723	0,760
6	0,710	0,745	0,700
7	0,630	0,697	0,818
8	0,777	0,815	0,750

Mittelwerte: $G_1 = 0,711$; $G_4 = 0,753$;
 $\Delta G = 0,759$; $P' = 2,05$

Erste Messungen nach 6 Minuten,
fünfte Messungen nach 10 Minuten

Gleiche Teile Ha. (1 mol), Trbz. (0,9 mol)			
Versuch	G_1	G_5	ΔG
1	0,587	0,685	1,476
2	0,657	0,797	2,100
3	0,610	0,688	1,320
4	0,686	0,785	1,500
5	0,724	0,820	1,440
6	0,666	0,743	1,155
7	0,587	0,674	1,305
8	0,613	0,710	1,167

$G_1 = 0,641$; $G_5 = 0,738$;
 $\Delta G = 1,432$; $P' = 6,42$

Hier ist die Wirkung von CaCl_2 und Traubenzucker als Zusatz genau vergleichbar. Beide Stammlösungen, 0,42 mol CaCl_2 und 0,9 mol Traubenzucker, waren mit 1 mol Harnstoff isotonisch. Das Kalziumsalz hemmt viel stärker als der Traubenzucker.

Die Ergebnisse der weiteren Versuche liefern bei *Taraxacum* besonders gute Vergleichswerte, da ich bei diesem Objekte die ganze Versuchsreihe in gleich abgestuften Mischlösungen Ha./Zucker und

Ha./CaCl₂ vollständig durchgeführt habe. Die Werte beziehen sich auf winterliches Material, das im Dezember 1936 vor Einbruch starker Fröste noch im guten Zustand war. Die Lösungstemperatur war 16° C. Die angeführten Permeabilitätskonstanten sind Mittelwerte aus jeweils 8 bis 10 Einzelversuchen.

Harnstoffpermeation aus verschieden abgestuften Mischlösungen

Harnstoff/Kalzium			Lösung verh.	Harnstoff/Traubenzucker		
ΔG -Werte	P'	Prozent der reinen Harnstoffpermeation	Ha.: CaCl ₂ bzw. Trbz.	ΔG -Werte	P'	Prozent der reinen Harnstoffpermeation
7,91 (Kontrolle)	17,92	100	reiner Ha.	7,91 (Kontrolle)	17,92	100
5,34 6,00 5,42				6,90 6,36 6,12		
5,83 4,97 5,19	13,15	73,4	9:1	5,73 6,70 6,09	15,8	88,2
5,56				6,60 6,36		
2,60 2,85 2,92				4,50 4,56 4,80		
2,82 3,00 3,20	8,65	49,8	4:1	4,80 4,14 4,20	13,6	75,4
3,40 2,82				4,30 3,40		
2,10 1,80 2,16				2,96 2,28 2,55		
2,07 2,10 2,05	5,42	30,2	2:1	2,70 2,54 2,27	9,77	54,5
2,16 2,93				2,65 2,19		
0,85 0,66 0,75				1,48 2,10 1,32		
0,79 0,76 0,70	2,05	11,5	1:1	1,50 1,44 1,55	6,42	35,8
0,81 0,75				1,31 1,17		

Wir sehen aus der Tabelle klar, daß die Hemmung der Permeabilität stets mit der Menge des zugesetzten CaCl₂ bzw. Traubenzuckers sich verstärkt. So setzt z. B. 1 Teil CaCl₂ 9 Teilen Harnstoff beigefügt, die Permeabilität für letzteren um 27% herab. 1 Teil CaCl₂, vermengt mit 4, 2 und gleichen Teilen Harnstoff, erzielt eine Verminderung der Durchtrittsgeschwindigkeit von 50, 70 und 89%. Ähnlich wirkt sich der Einfluß von Traubenzucker aus, nur ist seine hemmende Wirkung bedeutend geringer als die des Kalziumsalses.

IV. Besprechungen der Versuchsergebnisse

Zusammenfassend will ich an Hand einiger Tabellen die Ergebnisse untereinander vergleichen.

Die verglichenen Plasmen weisen für Harnstoff und Glycerin eine ganz verschiedene Durchtrittsgeschwindigkeit auf. Auch das Verhältnis der Glycerin- und Harnstoffpermeabilität ändert sich von Objekt

Hemmung der Harnstoffpermeation durch CaCl_2

Objekte	Permeationskonstanten P' für				
	reine Harnstofflösung	Mischlösungen Ha.: CaCl_2			
		9:1	4:1	2:1	1:1
<i>Tradescantia elongata</i>	0,0184		0,0146		
<i>Allium cepa</i>	0,109	0,108		0,075	0,063
<i>Valeriana officinalis</i>	0,382		0,293		
<i>Caltha palustris</i>	0,995		0,555		
<i>Mentha aquatica</i>	2,34		1,33		
<i>Campanula trachelium</i> ...	9,37	7,41	3,92	2,94	1,54
<i>Taraxacum officinale</i>	17,92	13,15	8,65	5,42	2,05

Hemmung der Harnstoffpermeation durch Traubenzucker

Objekte	Permeationskonstanten P' für			
	reine Harnstofflösung	Mischlösungen Ha.: Traubenzucker		
		4:1	2:1	1:1
<i>Tradescantia elongata</i>	0,018		0,0106	
<i>Allium cepa</i>	0,11			0,072
<i>Campanula trachelium</i>	31,7	19,1	16,16	
<i>Taraxacum officinale</i>	17,92	13,6	9,8	6,42

zu Objekt, wie dies aus den Untersuchungen der letzten Jahre über spezifische Permeabilitätsreihen (HÖFLER 1934, 1937; HOFMEISTER 1935, 1938; MARKLUND 1936; ELO 1937 u. a.) hinlänglich bekannt ist. Besonders groß sind die Unterschiede der Permeabilität verschiedener Plasmen für den Harnstoff. Die Durchlässigkeit dafür ist z. B. für *Allium cepa* 6mal, *Valeriana officinalis* 21mal, *Caltha palustris* 55mal, *Mentha aquatica* 130mal, *Campanula trachelium* 520mal, und für *Taraxacum officinale* zirka 1000mal höher als für *Tradescantia elongata* (vgl. Abb. 3).

Zur Erklärung dieser gewaltigen Permeabilitätsunter-

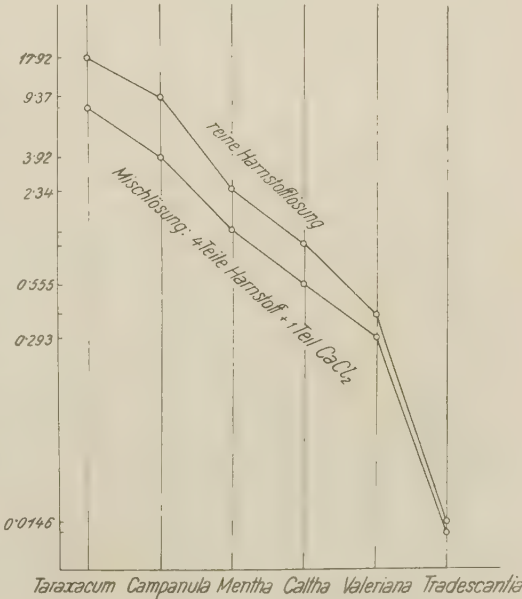


Abb. 3 (Erklärung im Text)

schiede läßt sich die Vorstellung einer Variation der Porenweite und -dichte der Plasmaschichten und ein wechselndes Lösungsvermögen der Plasmahautlipoide (WILBRANDT, COLLANDER und BÄRLUND 1933) heranziehen. Im Sinne der Lipoid-Filtertheorie COLLANDERS ist anzunehmen, daß die überaus rasche Permeation des Harnstoffes an *Campanula* und *Taraxacum* vorwiegend auf dem Porenweg, die mittlere an *Allium*, *Valeriana*, *Caltha* und *Mentha* vorwiegend auf dem Lipoidweg und vielleicht daneben auch durch Poren und die ganz geringe Permeation an *Tradescantia* fast ausschließlich auf dem Lipoidweg vor sich gehen.

Man unterscheidet in jüngster Zeit nach dem Permeationsverhalten den amidophilen (basiphilen) und amidophoben Plasmotyp (HOFMEISTER 1935; MARKLUND 1936, S. 187; HÖFLER 1936, 1937; vgl. COLLANDER 1933, S. 102). Beim ersteren permeieren die Amide, zumal auch der Harnstoff relativ rasch und gewöhnlich schneller als das Glycerin. Innerhalb der amidophilen Plasmen scheinen zwei Untertypen zu bestehen. So weist die Tatsache, daß bei mehreren für den Harnstoff hochpermeablen Objekten, wie *Gentiana Sturmiiana* (HÖFLER 1934) und *Taraxacum officinale* (HOFMEISTER 1935) der Harnstoff selbst schneller als sein Derivat Methylharnstoff permeiert, mit aller Klarheit darauf hin, daß der Harnstoff in diesen Fällen nicht allein den Lösungs-, sondern auch den Porenweg benützt: denn sonst müßte eine raschere Permeation des Methylharnstoffes, der leichter löslich ist, aber ein größeres Molekularvolumen besitzt, erwartet werden. Entsprechend hat MARKLUND hervorgehoben, daß extreme „Amidophilie“ nicht gleichbedeutend mit rapider Harnstoffpermeation sein muß. Er zeigt dies am Beispiel von *Plagiothecium*, das bei mäßig hoher Harnstoffdurchlässigkeit Malonamid, Methylharnstoff u. a. viel mehr gefördert zeigt als z. B. *Lemna* mit rapider Harnstoffdurchlässigkeit. HÖFLER hat Typen der Permeabilitätsreihen unterschieden. Daß das Plasma eines Objektes unter dem Einfluß verschiedener äußerer und innerer Faktoren seine Permeabilitätseigenschaften ändern kann, hat HOFMEISTER (1938) am Beispiel von *Ranunculus repens* dargestellt. Bei diesem Objekt tritt Harnstoff im Frühjahr viel rascher durch das Plasma als Glycerin, während im Herbst häufig das Gegenteil der Fall ist. Zu ähnlichen Ergebnissen kam WAHRY (1936), deren Versuche aber in methodischer Hinsicht anfechtbar sind. BOGEN hat Veränderungen der Permeabilitätsreihen in Abhängigkeit vom pH -Wert des Zellsaftes nachzuweisen versucht. Das Plasma einer Zellsorte kann also in gewissen Fällen mit wechselnden Außenbedingungen Permeabilitätsreihen von verschiedenem Typ aufweisen. In der großen Mehrzahl der Fälle freilich wird das Plasma der gleichen Zellsorte unter normalen Bedingungen innerhalb eines recht weiten physiologischen Spielraumes demselben Typ getreu bleiben.

Aufgabe meiner Untersuchungen war es, die Beeinflußbarkeit der

Harnstoffpermeabilität bei für Harnstoff sehr rasch, mittelschnell und langsam permeablen Plasmen durch Zusatz eines Calciumsalzes (CaCl_2) und des selbst nicht merklich permeierenden Traubenzuckers zu prüfen. Beimengungen beider Stoffe zu Harnstoff setzen dessen Durchtrittsgeschwindigkeit stets herab, und zwar um so mehr, je größere Mengen wir der Harnstofflösung zusetzen. In allen Fällen beeinflußt das Ca-Salz die Permeabilität stärker als Traubenzucker. Besondere Beachtung verdient die Tatsache, daß die Permeabilität hoch durchlässiger Objekte durch gleiche Zusatzmengen von Ca-Salz und Zucker immer im stärkeren Maße als die niedrig permeabler Objekte verlangsamt wird.

Auf einige Zahlen der vorigen Tabelle und auf die graphische Darstellung in Abb. 3, die den Beleg dafür enthält, möchte ich kurz hinweisen. In einer Mischlösung von gleichen Mengen Harnstoff mit CaCl_2 beträgt z. B. die Harnstoffpermeation für *Allium cepa* 57,8%, für *Campanula* 16,5% und für *Taraxacum* 11,5% derjenigen einer reinen Harnstofflösung. In der Mischlösung mit $\frac{1}{3}$ CaCl_2 beträgt sie für selbe Objekte 68,8, 31,4 und 30%. Harnstoff, mit Zucker im Verhältnis 1 : 1 vermischt, weist eine Permeation auf, die an *Allium cepa* 62% und an *Taraxacum* bloß 35,8% der einer reinen Harnstofflösung beträgt. Die *Allium*-Zellen besitzen eine mittlere ($P' = 0,11$), die Zellen von *Campanula* ($P' = 9,37$) und *Taraxacum* ($P' = 17,92$) eine sehr hohe Harnstoffdurchlässigkeit. Die Glycerinpermeation zeigte sich an *Tradescantia* etwa ebenso stark gehemmt wie die des Harnstoffes, während sie an *Allium cepa* nur etwa halb so stark verlangsamt wurde.

Man beachte, daß in der logarithmischen Darstellung gleichen linearen Abständen gleiche Verhältnisswerte entsprechen!

Die relative Hemmung durch CaCl_2 -Zusatz wird von den niedrig permeablen zu den hoch permeablen Objekten immer größer. Von größtem Interesse ist der Vergleich dieses wichtigsten Ergebnisses meiner Untersuchungen mit den Befunden von SCHMIDT 1936 über die Wirkung der Vorplasmolyse mit Zucker auf die Harnstoff- und Glycerinpermeabilität verschiedener plasmatischer Objekte. Dieser Autor fand, daß der hemmende Einfluß der Zuckerplasmolyse auf die Permeabilität von Harnstoff und Glycerin bei niedrigpermeablen Plasmen, z. B. *Rhoeo*, *Vallisneria*, *Majanthemum* sehr gering ist. Dagegen zeigten die drei von ihm untersuchten hochpermeablen Plasmen von *Gentiana macrophylla*, *Taraxacum* und *Lamium* eine bedeutende Permeabilitätserniedrigung infolge der Zuckerplasmolyse.

Zwischen der von mir gefundenen Wirkung des Ca-Salzes und der von SCHMIDT festgestellten Wirkung der Vorplasmolyse besteht nun beste grundsätzliche Übereinstimmung. Hier wie dort werden die hochpermeablen Plasmen, für die der Durchtritt des Plasmas auf den Porenweg

die Hauptrolle spielt, stark gehemmt, niedrigpermeable, bei denen die Bedeutung eines Porenweges zurücktritt, schwächer beeinflusst. Ob eine Beeinflussung der Porenphase alleinige Ursache der Permeabilitäts-hemmung ist, oder ob CaCl_2 auch noch die Durchlässigkeit auf dem Lipoidweg verändert, ist schwer zu entscheiden. Nehmen wir an, daß die sehr geringe Harnstoff- und Glycerinpermeation an *Tradescantia* beinahe ausschließlich auf dem Lipoidweg erfolgt und bedenken wir, daß auch diese durch $\frac{1}{5}$ CaCl_2 -Zusatz um zirka 20 bis 25% gehemmt wird, so ist es naheliegend, auch an eine Beeinflussung der auf dem Lösungsweg erfolgenden Permeation zu denken. Ja eine solche Wirkung wird durch meine Versuche im hohen Grade wahrscheinlich gemacht. Sehr bemerkenswert ist es, daß auch der Zucker allein die Harnstoffdurchlässigkeit, auch bei Rücksicht auf das jeweilige Harnstoffgefälle, so deutlich hemmt. Die relative Wirkung von Zucker und Calcium wird aus meinen Tabellen ersichtlich.

Zusammenfassung

Bei *Tradescantia elongata* war die Harnstoff- und Glycerinpermeation annähernd gleich und die erstere im Verhältnis zu allen übrigen Objekten sehr gering. Auch die Hemmung durch CaCl_2 - bzw. Traubenzuckerzusatz war für beide Anelektrolyte relativ gering und annähernd gleich groß. *Allium cepa*, *Valeriana officinalis*, *Caltha palustris* und *Mentha aquatica* besitzen für den Harnstoff eine 6-, 21-, 55- und 130mal höhere Durchtrittsgeschwindigkeit als *Tradescantia elongata*. Auch die Beeinflussung der Harnstoffpermeation durch CaCl_2 und Traubenzucker ist bei diesen Objekten stärker als bei *Tradescantia*. Überaus hohe Harnstoffpermeation und sehr starke Hemmung derselben durch CaCl_2 und Traubenzucker wiesen die Stengelhautzellen von *Campanula trachelium* und die Blattbasiszellen von *Taraxacum officinale* auf.

Allgemein konnte festgestellt werden, daß mit zunehmender Größe der absoluten Harnstoffpermeationsgeschwindigkeit auch die relative Hemmung derselben durch CaCl_2 und Traubenzucker anstieg. Calcium war in seiner hemmenden Wirkung dem Traubenzucker stets überlegen, wobei diese Überlegenheit bei den hochpermeablen Objekten (*Campanula*, *Taraxacum*) stärker als bei den niedrigpermeablen (*Allium*, *Tradescantia* usw.) zutage trat.

Bei den hochpermeablen Zellen von *Taraxacum* verursachten Vorplasmolysen mit CaCl_2 und Traubenzucker ebenfalls eine Hemmung der Permeabilität für Harnstoff, die stets stärker war als die durch Vorbehandlung mit hypotonischen Lösungen. Alle Versuche über die Wirkung von Vorplasmolysen und sonstigen längeren Vorbehandlungen stehen mit den Ergebnissen von SCHMIDT (1936) in gutem Einklang. Während nach SCHMIDT die Plasmolyse als solche sich fast nur bei den für Harnstoff

hochpermeablen Plasmen hemmend geltend macht, die langsam harnstoffdurchlässigen Plasmen fast unberührt läßt, hemmt Calciumzusatz die Permeabilität bei allen Objekten. Doch fällt die relative Hemmung, wie erwähnt, um so stärker aus, je höher die Harnstoffdurchlässigkeit der Plasmen von vornherein war (z. B. bei *Taraxacum* 50%, bei *Valeriana* 37%, bei *Tradescantia* gegen 20%).

Schreiben wir nach der Vorstellung der Lipoidfiltertheorie dem Harnstoff, bei den für ihn höchst durchlässigen Plasmen, vorwiegend Porenpermeabilität zu, bei den niedrigerpermeablen vorwiegend Durchtritt auf dem Lösungs-(Lipoid-)weg, so hemmt das Calciumchlorid offenbar beide Arten der Permeation, die Porenpermeation aber wesentlich stärker.

Schriftenverzeichnis

- Bärlund, H., 1929: Permeabilitätsstudien an Epidermiszellen von *Rhoeo discolor*. Acta bot. Fenn., **5**, 1.
- Bogen, H., 1938: Untersuchungen zu den spezifischen Permeabilitätsreihen HÖFLERS. II. Harnstoff und Glycerin. Planta, **28**, 535.
- Collander, R., 1939: Permeabilitätsstudien an Characeen, III. Die Aufnahme und Abgabe von Kationen. Protoplasma **33**, 215.
- Collander, R. und Bärlund, H., 1933: Permeabilitätsstudien an *Chara ceratophylla*. II. Die Permeabilität für Nichteletkrolyte. Acta bot. Fenn., **11**, Helsingfors.
- Elo, J. E., 1937: Vergleichende Permeabilitätsstudien, besonders an niederen Pflanzen. Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo, **8**, Nr. 6.
- , 1939: Zur Kenntnis der Permeabilitätseigenschaften von *Hippuris vulgaris* L. Protoplasma, **32**, 3.
- Fitting, H., 1915: Untersuchungen über die Aufnahme von Salzen in die lebende Zelle. Jahrb. für wiss. Bot., **56**, 1.
- , 1919: Untersuchungen über die Aufnahme und über anomale osmotische Koeffizienten von Glycerin und Harnstoff. Jahrb. für wiss. Bot., **59**, 1.
- Höfler, K., 1918: Permeabilitätsbestimmung nach der plasmometrischen Methode. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., **36**, 414.
- , 1932: Vergleichende Protoplasmatik. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., **50**, 53.
- , 1934a: Permeabilitätsstudien an Stengelzellen von *Majanthemum bifolium*. (Zur Kenntnis spezifischer Permeabilitätsreihen, I.) Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Klasse, Abt. I, **143**, 213.
- , 1934b: Neuere Ergebnisse der vergleichenden Permeabilitätsforschung. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., **52**, 355.
- , 1936: Permeabilitätsunterschiede in verschiedenen Geweben einer Pflanze und ihre vermutlichen chemischen Ursachen. Mikrochemie, MOLISCH-Festschrift, 224.
- , 1937: Spezifische Permeabilitätsreihen verschiedener Zellsorten derselben Pflanze. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., **55**, 133.
- Höfler, K. und Stiegler, A., 1930: Permeabilitätsverteilung in verschiedenen Geweben einer Pflanze. Protoplasma, **9**, 469.
- Höfler, K. und Weber, F., 1926: Die Wirkung der Äthernarkose auf die Harnstoffpermeabilität von Pflanzenzellen. Jahrb. für wiss. Bot., **65**, 643.
- Hofmeister, L., 1935: Vergleichende Untersuchungen über spezifische Permeabilitätsreihen. Bibliotheca Botanica, **113**.

- Hofmeister, L.**, 1938: Verschiedene Permeabilitätsreihen bei einer und derselben Zellsorte von *Ranunculus repens*. Jahrb. f. wiss. Bot., **86**, 401.
- Houska, H.**, 1939: Zur protoplasmatischen Anatomie der Küchenzwiebel. Österr. bot. Zeitschr., **88**, 161.
- Huber, B. und Schmidt, H.**, 1933: Plasmolyse und Permeabilität. Protoplasma, **20**, 203.
- Järvenskylä, T.**, 1937: Über den Einfluß des Lichtes auf die Permeabilität pflanzlicher Protoplasten. Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo, **9**, Nr. 3.
- Klebs, G.**, 1887: Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle. Unters. a. d. Bot. Inst. z. Tübingen, **2**, 489.
- Marklund, G.**, 1936: Vergleichende Permeabilitätsstudien an pflanzlichen Protoplasten. Acta bot. Fenn., **18**, 1.
- Schmidt, H.**, 1936: Plasmolyse und Permeabilität. Jahrb. f. wiss. Bot., **83**, 470.
- , 1939: Plasmazustand und Wasserhaushalt bei *Lamium maculatum*. Protoplasma, **33**, 25.
- Strugger, S.**, 1935: Praktikum der Zell- und Gewebephysiologie der Pflanze. Berlin.
- Tröndle, A.**, 1920: Neue Untersuchungen über die Aufnahme von Stoffen in die Zelle. Biochem. Zeitschr., **112**, 259.
- Vries de, H.**, 1888: Über den isotonischen Koeffizienten des Glycerins. Bot. Ztg., **46**, 229.
- , 1889: Über die Permeabilität der Protoplaste für Harnstoff. Bot. Ztg., **47**, 309.
- Wahry, E.**, 1936: Permeabilitätsstudien an *Hippuris*. Jahrb. f. wiss. Bot., **83**, 627.
- Weixl-Hofmann, H.**, 1930: Beiträge zur Kenntnis der Salzdurchlässigkeit des Protoplasten. Protoplasma, **11**, 210.
- Wilbrandt, W.**, 1931: Vergleichende Untersuchungen über die Permeabilität pflanzlicher Protoplaste für Anelektrolyte. Pflügers Archiv, **229**, 86.

Zur systematischen Stellung von *Cyanastrum*

Von

Hilde Nietsch (Wien)

(Mit 4 Textabbildungen)

Einleitung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war die Untersuchung der embryologischen Verhältnisse bei der Gattung *Cyanastrum*, um Anhaltspunkte für deren systematische Stellung zu gewinnen. *Cyanastrum*, eine monokotyle Pflanze, bildet als einzige Gattung, welche sechs Arten umfaßt, die von ENGLER (1900) begründete Familie der *Cyanastraceae*. Die Pflanzen kommen im tropischen Afrika (Kamerun, Uluguru, Uhehe) vor. Die Blüten zu meinen Untersuchungen stammten aus den Gewächshäusern des Botanischen Gartens der Universität Wien, die Samen aus den Gewächshäusern des Botanischen Gartens in München.

Die Art des Wiener Botanischen Gartens ist *C. cordifolium* OLIV.

Diese Pflanze hat scheibenförmige, zum Teil aus der Erde herausragende Knollen, aus denen einerseits die langgestielten, herzförmigen Blätter (Länge des Blattstiels 10 bis 30 cm), anderseits die Blütenstände entspringen. An den Blättern ist die Aderung auffallend: eine unterseits stark vorspringende Mittelrippe, zu beiden Seiten der Form des Blattes entsprechend bogig geschwungene Rippen, die durch zarte, einander gleichlaufende Queradern verbunden werden.

Genaue Beschreibungen finden sich bei ENGLER und PRANTL (1930), ENGLER (1900), OLIVER (1891), DE WILDEMAN (1902 bis 1903), R. E. FRIES (1916).

Zur Fixierung verwendete ich das Gemisch von KARPETSCHENKO, zur Einbettung Paraffin, zur Färbung der Mikrotomschnitte Eisen-Hämatoxylin nach HEIDENHAIN. Zur Einbettung der Samen benutzte ich die Zelloidinmethode ohne nachheriges Färben. Zur Pollenuntersuchung diente mir vor allem die Schnellfärbemethode mit Karmin-essigsäure.

Der männliche Gametophyt

In der Anthere werden vier Antherenfächer angelegt. Die Antherenfächer öffnen sich an der Spitze. Die Wand der reifen Anthere besteht aus 4 bis 7 Schichten, die Epidermis mitgerechnet. Siebenschichtig ist sie an den Stellen, wo die Antherenfächer aneinandergrenzen. Die Wände der Epidermiszellen sind verdickt, die Außenwand leicht gezähnt (Abb. 1, Fig. 1).

Das Antherentapetum. *Cyanastrum* besitzt ein Sekretionstapetum. Die Tapetenzellen sind zunächst einkernig. Schon zur Zeit, wenn die Pollenmutterzellen sich noch im Gewebsverband befinden, weisen sie Zweikernigkeit auf (Abb. 1, Fig. 2), später haben sie vier oder mehr Kerne, die sich eng aneinanderlegen und mehr oder weniger miteinander verschmelzen. Die Kernvermehrung erfolgt auf mitotischem Wege, denn ich habe häufig Kernteilungsfiguren in den Tapetenzellen beobachtet.

Das sehr stark färbbare Plasma der Tapetenzellen ist ziemlich stark vakuolisiert. Auf dem Höhepunkt seiner Entwicklung steht das Antherentapetum zur Zeit der Pollenreifungsteilung und der Tetraden. Sobald die jungen Pollenkörner sich aus dem Tetradenverband gelöst haben, beginnen die Tapetumzellen zu degenerieren. Die gallertige, sich stark färbende Flüssigkeit, in der die jungen Pollenkörner später eingebettet liegen, dürfte eine Ausscheidung des Tapetums sein, dessen Zellen hierauf völlig zugrunde gehen. Der Antherensaft verschwindet später gleichfalls.

Ein Pollensackhäutchen habe ich nicht beobachtet.

Der früheste Zustand in der Entwicklung des männlichen Gametophyten, den ich beobachtet habe, war der des sporogenen Gewebes. Nach einer Reihe von Teilungen, wobei in der sich vergrößernden Anthere ein zylindrischer Strang entsteht, sind Pollenmutterzellen entstanden, die sich voneinander lösen und sich hierauf zu den Reifungsteilungen anschicken, und zwar alle Pollenmutterzellen gleichzeitig. Synapsiszustände sind häufig zu sehen (Abb. 1, Fig. 2). Die Teilung der Pollenmutterzellen erfolgt simultan, eine Wandbildung nach der heterotypen Teilung wurde nicht beobachtet. Da im allgemeinen in längeren Pollensäcken die einzelnen Teilungsphasen nicht ganz gleichzeitig vor sich gehen, sondern sich wellenartig über das Pollenfach ausbreiten, versuchte ich, in dieser Hinsicht Klarheit zu gewinnen. Aus meinen Beobachtungen konnte ich entnehmen, daß das Dyadenstadium am längsten dauert, denn verhältnismäßig oft konnte man im ganzen Bereich des Pollensackes nur Dyaden wahrnehmen (Abb. 1, Fig. 3).

Die simultane Wandbildung erfolgt durch Zellplatten, nicht durch Furchung. Nachdem die vier Tetradenkerne gebildet sind, erscheinen in den Spindelfasern, die alle Kerne miteinander verbinden (sechs Spindeln), zwischen je zwei Kernen feine punktförmige Verdickungen

(Abb. 1, Fig. 4). Die Zellwände zerlegen schließlich das vierkernige Gebilde in vier getrennte Zellen, während die Membran der Pollenmutterzelle verquillt. Die Anordnung der Tetradenkerne ist meist tetraëder-

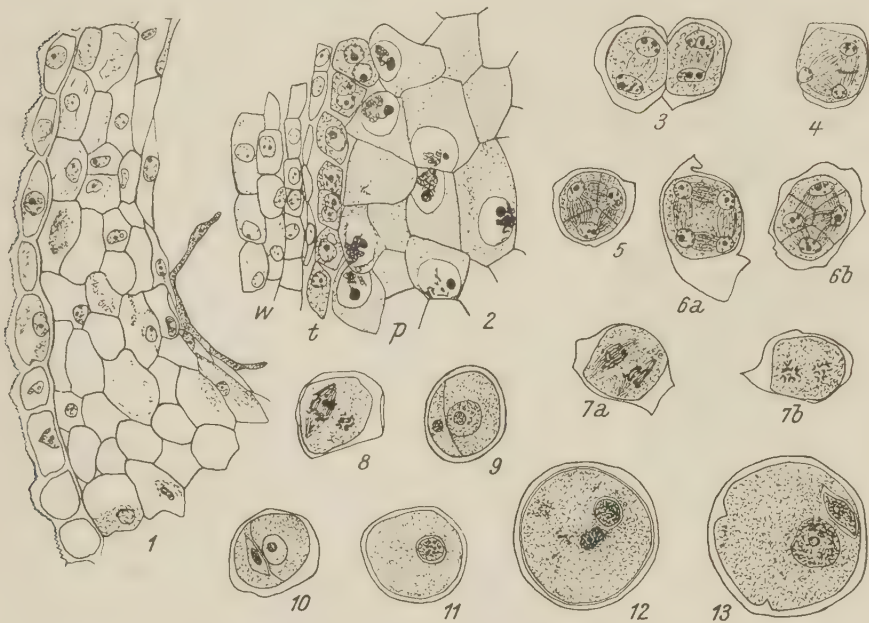


Abb. 1. Anthere und Pollen von *Cyanastrum*

Fig. 1. Antherenwand im Querschnitt (340fach vergrößert). — Fig. 2. Anthere längs durchschnitten. *w* Wand, *t* Tapetumzellen, *p* Pollenmutterzellen im Gewebsverband (333fach). — Fig. 3. Pollendyaden (367fach). — Fig. 4. Simultane Wandbildung durch Zellplatten nach der homöotypen Teilung der Pollenmutterzellen (373fach). — 5. Pollentetraden in tetraederförmiger Anordnung (377fach). — Fig. 6 *a* und 6 *b*. Anordnung der Pollentetradenkerne in einer Ebene (377fach). — Fig. 7 und 8. Reifeteilung der Pollenmutterzellen, homöotyper Teilungsschritt: Fig. 7 *a* und 7 *b*. Parallele Anordnung der Spindeln; *a* Anaphase, *b* Metaphase (*a* 373fach, *b* 387fach); Fig. 8. Verwendete Anordnung der Spindeln (387fach). — Fig. 9. Pollenkorn mit vegetativem Kern, der wandständige generative Kern ist gleichfalls angedeutet (400fach). — Fig. 10. Pollenkorn mit generativer Zelle (spindelförmig) und vegetativem Kern (373fach). — Fig. 11. Pollenkorn mit generativer Zelle (353fach). — Fig. 12. Pollenkorn mit generativer Zelle und vegetativem Kern, der sich anscheinend geteilt hat (360fach). — Fig. 13. Pollenkorn mit generativer Zelle (der Falte gegenüber) und vegetativem Kern (347fach)

artig, d. h. die vier Kerne liegen so wie die Eckpunkte eines Tetraëders (Abb. 1, Fig. 4, 5). Sehr selten werden die vier Kerne in einer Ebene gesehen (Abb. 1, Fig. 6 *a*), was deswegen auffällig ist, weil in der Metaphase und Anaphase der homöotypischen Teilung die parallele Anordnung

der Spindeln (Abb. 1, Fig. 7a und b) mindestens ebenso häufig ist wie die um 90° gegeneinander verwendete (Abb. 1, Fig. 8). Es scheint also, daß eine Verlagerung der jungen Mikrosporenkerne noch während der Telophase in die Tetraëderstellung stattfindet. Bei Anordnung der vier Kerne in einer Ebene sah ich einmal die Teilungswände so gestellt, daß diese in der Mitte nicht in einem Punkt zusammenstießen, sondern durch eine kurze fünfte Wand miteinander verbunden waren (Abb. 1, Fig. 6b).

Bei Kernplatten der homöotypischen Teilung des Pollens war es mir möglich, die haploide Chromosomenzahl festzustellen. Sie beträgt 12.

Die jungen Pollenkörner liegen in dem gallertigen Antherensaft, der ein Erzeugnis der Tapetenzellen sein dürfte, da diese in dem Zeitpunkt nur mehr als dünne, zugrundegehende Zellen mit degenerierten Kernen erscheinen. Das Recht, von einem Antherensaft zu sprechen, leite ich aus den Hämatoxylinpräparaten ab, in denen ich die jungen Pollenkörner in einer gleichmäßig stark violett sich färbenden Grundmasse eingebettet fand, die bisweilen Risse aufwies und in ihrem Aussehen an eine fixierte Gallerte erinnerte.

Erfolgte die Entwicklung bis zur Tetradenbildung normal, so stellen sich von dem Augenblick an, da die jungen Pollenkörner sich aus dem Tetradenverband gelöst haben, auffallende Unregelmäßigkeiten ein, die darauf hinweisen, daß die Weiterentwicklung des Pollens gestört ist. Die Ursache für diese Zeichen der Degeneration des Pollens liegt vielleicht darin, daß es sich um Gewächshausmaterial handelte.

Auch mit Karminessigsäure färbten sich die Pollenkörner nicht sehr gut. Immerhin konnte ich, besonders bei im Hochsommer gesammeltem Blütenstaub, mir ein Bild von der in einigen Fällen regelrechten Entwicklung des Pollenkorns machen. Das reife Pollenkorn ist zweikernig. Die generative Zelle ist anfangs wandständig (Abb. 1, Fig. 9) und dürfte an der Innenseite in bezug auf die Tetrade entstehen. Dies kann man daraus schließen, daß in den in der Karminessigsäure gequollenen Präparaten die generative Zelle derjenigen Stelle gegenüber lag, an der sich vermutlich die Falte befunden hatte (Abb. 1, Fig. 13). Später löst sie sich von der Wand los und liegt, spindelförmig oder manchmal mehr minder kugelig, oft von einem helleren Hof umgeben, im Pollenkorn, vom Plasma der vegetativen Zelle eingeschlossen (Abb. 1, Fig. 10, 11). Der kleine generative Kern färbt sich recht gut, der größere vegetative ist meist nur schwach sichtbar. Wenn er zu sehen ist, weist er einen deutlichen Nukleolus auf. Bei Fig. 12 auf Abb. 1 gewinnt man den Eindruck, daß der vegetative Kern sich geteilt hat, was manchmal vorkommt. Das Pollenkorn ist einfaltig. In der Nähe der Falte erscheint die Exine, welche sehr schwach skulpturiert ist, in den Karminessigsäurepräparaten etwas stärker gequollen als an anderen Stellen des Pollenkorns. Dieser Stelle gegenüber liegt die generative Zelle (Abb. 1, Fig. 13). Die Falte ist be-

sonders gut an den leeren Pollenkörnern zu sehen, die in der Karminessigsäure nicht oder nur sehr schwach aufquellen. Manchmal erscheint sie unregelmäßig, z. B. in einen dreiteiligen Spalt umgestaltet. Die Exine ist widerstandsfähig; nur selten war sie durch die Präparation geplatzt. In einigen Fällen hatten Pollenkörner, besonders solche aus älteren Antheren, gekeimt und zeigten einen kurzen Pollenschlauch.

Die Gestalt der Pollenkörner ist im Karminessigsäurepräparat infolge der Quellung kugelig, im lebenden Zustand dagegen länglich, etwas zugespitzt. Die Falte verläuft der Länge nach. Die Größe der Pollenkörner ist nicht immer gleich, was wohl auch als ein Zeichen der gestörten Entwicklung betrachtet werden kann.

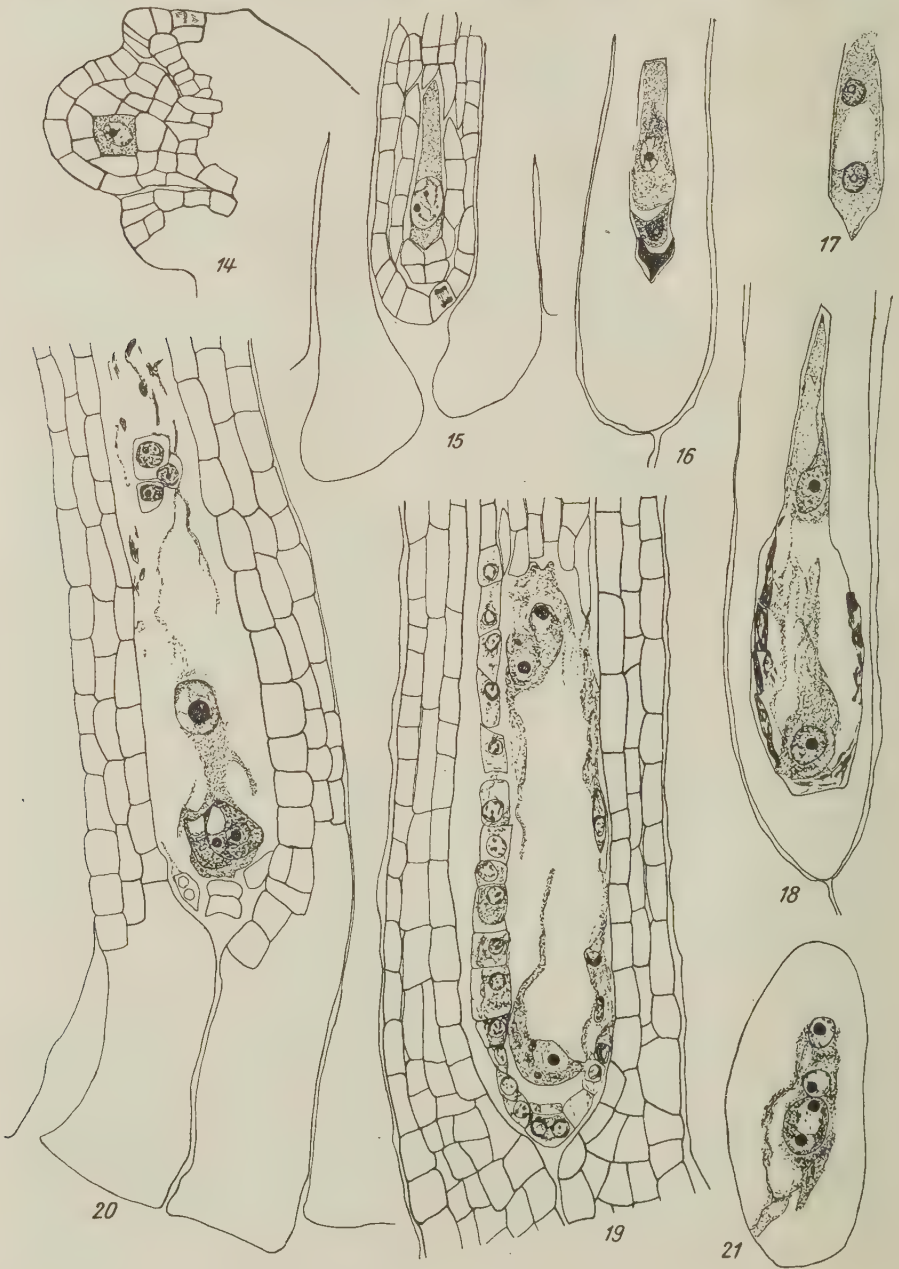
Ich will nur noch kurz einige der Unregelmäßigkeiten erwähnen, welche ich häufig in den Karminessigsäurepräparaten zu sehen bekam. Bisweilen erscheinen die Pollenkörner erfüllt von lauter kleinen Pünktchen oder Kügelchen, während außen die umgebende Flüssigkeit erfüllt ist von stark lichtbrechenden, kleinen, runden Körpern. Es ist möglich, daß es sich dabei um Fetttropfchen handelt. Sehr häufig zeigt in anderen Fällen das Plasma der Pollenkörner eine starke Vakuolisierung. In solchen Körnern sieht man zwei annähernd gleich große, stark gefärbte Kerne liegen, welche beide einen Nukleolus besitzen. Das Plasma ist oft in zwei Teile geteilt, die entweder annähernd gleich groß sind, oder der eine Teil ist kleiner. Vielleicht ist aber diese Zerklüftung nur äußerlich und rührt von der Falte her (Abb. 1, Fig. 10). Manchmal wieder ist in Pollenkörnern, deren feinkörniges Plasma einen gut erhaltenen Eindruck macht, nur ein kleiner, stark gefärbter Kern in der Nähe der Wand zu sehen, ohne daß eine Teilung des Pollenkornes in zwei Zellen zu bemerken wäre.

Pollenschläuche habe ich nur ein einziges Mal in der Mikropyle beobachten können (Porogamie). Auch in diesem Falle konnte ich keine Befruchtungszustände sehen, da sowohl der Inhalt des Pollenschlauches als auch der des Embryosackes nicht gut erhalten zu sein schien. Es dürfte also bei den Gewächshauspflanzen, die ich untersuchte, niemals zu einer Befruchtung kommen, was sich auch darin zeigt, daß man niemals einen Samenansatz beobachten konnte.

Der weibliche Gametophyt

Das erste von mir beobachtete Stadium war das der Embryosackmutterzelle. Es gelang mir leider nicht, das Stadium der primären Archesporzelle in meinen Präparaten festzustellen. Zwischen der Embryosackmutterzelle und der Epidermis bildet sich ein Komplex von mehreren Deckzellen, der erhalten bleibt (Abb. 2, Fig. 14, 15). Im Zustand der jungen Embryosackmutterzelle hat sich die Samenanlage schon umgebogen, das innere Integument ist bereits angelegt und beginnt, den

Nuzellus an Länge einzuholen und ihn zu umschließen. In den Antheren haben um diese Zeit die Pollenmutterzellen begonnen, sich aus dem Ver-
 bande zu lösen. Die Embryosackmutterzelle bleibt nun lange Zeit er-
 halten. Während in den Antheren die Reifungsteilungen vor sich gehen



und der einkernige Pollen entsteht, erfährt die Samenanlage ein starkes Längenwachstum, das innere Integument bildet die Mikropyle, das äußere Integument reicht ungefähr bis zum Scheitel des Nuzellus. Mit der Samenanlage hat sich auch die Embryosackmutterzelle stark in die Länge gestreckt. Sie ist von Plasma erfüllt, der große Kern liegt am mikropylaren Ende (Abb. 2, Fig. 15). Synapsisartige Zustände der Embryosackmutterzelle konnte ich wiederholt sehen. Dagegen bekam ich keine Bilder von den Reifeteilungen. Als Ergebnis der Reifeteilungen sind stets nur drei Zellen zu sehen, von welchen die mikropylare als stark dunkel gefärbtes Degenerat erscheint. Die mittlere Zelle zeigt auch schon Anzeichen des Zugrundegehens, sie ist kleiner, unregelmäßig geformt und dunkler gefärbt, die chalazale dagegen ist ihren Schwesterzellen gegenüber deutlich gefördert. Sie ist die fungierende Makrospore (Abb. 2, Fig. 16). Die Embryosackentwicklung geschieht also nach dem Normaltypus, und zwar in der Modifikation, daß nach der heterotypischen Teilung die mikropylare Dyade degeneriert, ehe es zu ihrer weiteren Teilung kommt, und daß beim homöotypischen Teilungsschritt die chalazale Dyade zwei Makrosporen liefert, von welchen nur die chalazale zum Embryosack auswächst, während die mikropylarwärts gelegene zugrunde geht.

Schon die fungierende Makrospore, der einkernige Embryosack, ist gestreckt in der Richtung der Längsachse der Samenanlage. Es erfolgt nun die Bildung des normalen achtkernigen Embryosackes in drei Teilungsschritten. Im zweikernigen Zustand liegen die beiden Kerne, durch eine mittlere Vakuole getrennt, am mikropylaren und am chalazalen Ende der gegenüber dem einkernigen Zustand schon ziemlich stark vergrößerten Zelle (Abb. 2, Fig. 17). Der Nuzellus ist um diese Zeit an den Seiten drei- bis vierschichtig, am Scheitel weist er mehrere Schichten auf. Das stärkste Wachstum der Samenanlage sowie des jungen Embryosackes findet wohl zur Zeit des zweiten Teilungsschrittes statt. Der Embryosack streckt sich, der langen, schmalen Form des Nuzellus entsprechend, in die Länge und nimmt auch an Breite durch Auflösung von Nuzellusschichten zu (Abb. 2, Fig. 18). Im vierkernigen Zustand liegen die kleiner gewordenen Kerne zu je zwei an den Enden der

Abb. 2. Samenanlage und Embryosack von *Cyanastrum*

Fig. 14. Junge Samenanlage mit junger Embryosackmutterzelle (360fach). — Fig. 15. Ältere Embryosackmutterzelle mit Deckzellkomplex; Kernteilungsfigur in einer Epidermiszelle des Nuzellus (360fach). — Fig. 16. Die fungierende Makrospore, ihre zugrunde gehende Schwesterzelle und Reste der mikropylaren Dyade (360fach). — Fig. 17. Jüngerer zweikerniger Embryosack (360fach). — Fig. 18. Älterer zweikerniger Embryosack (360fach). — Fig. 19. Vierkerniger Embryosack (360fach). — Fig. 20. Achtkerniger Embryosack; Eikern nicht zu sehen, Polkerne verschmolzen (340fach). — Fig. 21. Vermehrte Polkerne (350fach)

Zelle dicht aneinander (Abb. 2, Fig. 19), oder sie rücken, wohl zu einem späteren Zeitpunkt, auseinander und liegen am chalazalen, schmälern Ende übereinander, am mikropylaren, etwas weiteren Ende schräg neben- oder übereinander. Die vier Kerne sind durch dünne Plasmastränge miteinander verbunden. Im Vierkernzustand ist der Nuzellus schon weitgehend verdrängt, nur mehr eine Zellreihe (am Scheitel jedoch noch zwei bis drei) ist vorhanden, Reste verdrängter Zellen sind deutlich zu sehen.

Der achtkernige Embryosack zeigt den gewöhnlichen Bau: drei Antipoden, welche meist annähernd übereinanderliegen. Sie sind von geringer Größe und verschwinden bald. Die beiden Polkerne liegen eng aneinander ungefähr in der Mitte des Embryosackes, jedoch eher dem Eiapparat genähert, meist in einen Cytoplasmastrang eingebettet, der sowohl zum Eiapparat wie auch zu den Antipoden sich hinzieht. Die Verschmelzung erfolgt vielleicht nicht immer zu dem gleichen Zeitpunkt, denn ich sah in jüngeren Samenanlagen die Polkerne zum sekundären Embryosackkern verschmolzen, in älteren dagegen unverschmolzen nebeneinander liegen. Jedenfalls erfolgt die Verschmelzung meist sehr spät. Der sekundäre Embryosackkern scheint etwas näher an den Eiapparat heranzurücken gegenüber den unverschmolzenen Polkernen (Abb. 2, Fig. 20; Abb. 3, Fig. 22). Nicht selten sah ich anstatt der beiden Polkerne eine Gruppe von mehreren, oft verschieden großen Kernen (Abb. 2, Fig. 21). Vermutlich handelt es sich dabei um eine Zerfallsteilung. Die Synergiden zeigen ebenso wie die Eizelle große Vakuolen. In einigen Fällen sah ich den Kern der Eizelle mikropylwärts, die Vakuole chalazawärts liegen, bei den Synergiden umgekehrt (Abb. 3, Fig. 22), also entgegen dem gewöhnlichen Verhalten. Die Synergiden besitzen anscheinend eine geringere Dauerhaftigkeit als die Eizelle in den unbefruchtet gebliebenen Samenanlagen. Denn oft sieht man den Eikern wohl erhalten, während die Synergiden zu schmalen, dunkel gefärbten Degeneraten geworden sind.

Der fertige Embryosack nimmt nicht die ganze Länge des Nuzellus ein. Chalazawärts bleibt der Nuzellus lange Zeit erhalten und wird erst später auch nach dieser Seite hin stärker aufgelöst, so daß nur mehr einzelne Zellstränge den Übergang zu dem Gewebe der Chalaza bilden. Die Seitenwände des Nuzellus sind zur Zeit des jungen Achtkernzustandes noch einschichtig, der Scheitel zwei- bis dreischichtig. Erst im älteren Achtkernzustand werden erst die Seitenwände, dann auch der Scheitel fast vollständig aufgezehrt. Die Wand des Embryosackes besteht dann nur mehr aus Membranen, die die Reste der Nuzelluszellen darstellen (vgl. SCHNARF 1929, S. 129, 130). Auch nach Herstellung des fertigen, achtkernigen Embryosackes findet noch eine ziemlich starke Vergrößerung der ganzen Samenanlage sowohl wie des Embryosackes statt.



Abb. 3. Embryosack, Samenanlage und Samenschale von *Cyanastrum*

Fig. 22 a und 22 b: 22 a Synergiden und Polkerne, 22 b Eizelle (360fach). — Fig. 23. Querschnitt durch einen jungen Fruchtknoten (35fach). — Fig. 24. Längsschnitt durch eine Samenanlage; Obt.: Obturator (200fach). — Fig. 25. Samenschale am weichen Teil, Längsschnitt (210fach). — Fig. 26. Samenschale am harten Teil, Querschnitt (212fach)

Bau des Fruchtknotens und der Samenanlage

Der halbunterständige Fruchtknoten ist dreiteilig. Am Grunde des Fruchtknotens finden sich drei Septalnektarien. Der grundständige Griffel ist dreiteilig und besitzt einen sehr schmalen dreistrahligem Kanal, der sich gegen den Grund zu noch mehr verengt, so daß die Wände sich fast berühren (Abb. 3, Fig. 23). Die Narbe ist schwach dreilappig. Mitunter waren die drei Griffeläste schraubig umeinandergedreht.

In jedem der drei Fruchtfächer sind zwei zentralwinkelständige anatrophe Samenanlagen enthalten. Die Samenanlagen stehen nahe beieinander und platten sich an ihrer Berührungsfläche gegenseitig ab. Über die Entwicklung der bitegmischen Samenanlage wurde schon im Kapitel über den weiblichen Gametophyten einiges mitgeteilt. Das äußere Integument ist sehr dick, vielschichtig. Das innere Integument ist zart, zwei- bis dreischichtig, gegen die Mikropyle hin wird es mehrschichtig. Die Mikropyle wird nur von dem inneren Integument gebildet, welches meist ein wenig über das Außenintegument hinausragt (vgl. Fig. 20 auf Abb. 2). Funikulus und das anliegende Außenintegument sind miteinander verschmolzen. Das Gefäßbündel, welches den Funikulus durchzieht, spaltet sich beim Eintritt in die Chalaza springbrunnenartig in mehrere dünnere Stränge auseinander. Diese Stränge reichen von der Chalaza her weit in den dem Funikulus abgekehrten Teil des äußeren Integumentes hinein (ungefähr bis zu einem Drittel der Länge des äußeren Integumentes). Die Gefäßbündel enthalten Spiralgefäße. Der Nuzellus ist schmal und langgestreckt und wird von dem Embryosack weitgehend verdrängt. An den Seiten bleiben nur Reste einer Zellreihe, der Epidermiszellen, erhalten, die später auch meist verschwinden. Am Scheitel des Nuzellus jedoch sieht man lange Zeit mehrere Zellagen, die durch sekundäre Vermehrung der Epidermiszellen zu einer Nuzellarkappe entstanden sein dürften (vgl. Fig. 15 auf Abb. 2, auf welcher man eine Teilungsfigur in einer der Epidermiszellen sieht). Der Nuzellus ist zart, aber wir können doch nicht von einer tenuinuzellaten Samenanlage sprechen. Unterhalb des antipodalen Endes des Embryosackes bleibt der Nuzellus erhalten. An seinem Übergang in die mächtige Chalaza werden die Zellen größer und länglich und plasmaarm. In der Chalaza liegt ein Gewebe aus großlumigen, schwach gefärbten Zellen, das umgeben wird von einem breiten Ring kleinerer, plasmareicher und stark gefärbter Zellen.

Eine auffallende Bildung im Bereiche der Samenanlage ist noch zu erwähnen. Auf Längsschnitten durch den Fruchtknoten sieht man stets zwischen Funikulus, Mikropyle und Fruchtknotenwand ein Gewebe, in das bei mancher Ansicht das innere Integument mit der Mikropyle einzutauchen scheint. Dieses Gebilde nimmt vom Funikulus seinen Ursprung, und zwar als nasenartiger Vorsprung des Funikulus, der den untersten Winkel der Fruchthöhle unterhalb der Mikropylenmündung

ausfüllt (Abb. 3, Fig. 24). Das Gebilde umgibt den Funikulus am Grunde der Samenanlage wallartig. Die Auswüchse der beiden Funikuli eines Faches scheinen miteinander in enge Verbindung zu treten. Der Umstand, daß das Innenintegument an der Mikropyle sich ein wenig nach außen und aufwärts gegen eine schwache Vorwölbung der Fruchtwand biegt (siehe Fig. 24 auf Abb. 3), erklärt die Tatsache, daß man oft das innere Integument mit seinem unteren Rand der Fruchtwand stark genähert sieht, dagegen nichts oder fast nichts von dem Funikulusauswuchs findet. Dem Aussehen nach kann man dieses Gebilde wohl als eine Art Obturator bezeichnen, d. h. es dient der Leitung der Pollenschläuche zur Mikropyle hin, und zwar der Leitung an der Oberfläche des Organs. Dafür spricht die Beschaffenheit seiner Epidermiszellen. Diese sind dichter mit Plasma angefüllt und daher dunkler gefärbt als die Zellen im Inneren des Obturators. Die Membranen der Epidermiszellen scheinen verdickt zu sein. Beide Umstände erwähnt auch CAPUS (1878) für das Leitgewebe auf der Plazenta. Die Verdickung der Zellwände bezeichnet er als den Beginn der „gelification“. In Fig. 24 auf Abb. 3 ist der Obturator längs durchschnitten; hier sieht man, daß die Epidermiszellen senkrecht zur Oberfläche langgestreckt sind.

Ähnliche Gebilde, wie ich es bei *Cyanastrum* fand, beschreiben JUEL (1918) und PECHOUTRE (1902) für Rosaceen. JUEL sagt, daß die von ihm als „Auswüchse des Funikulus“ oder als „Warzen“ bezeichneten Bildungen mit einer leitenden Epidermis bekleidet seien. Auch er spricht diesen Organen die Aufgaben eines Obturators zu. Es wäre die Frage zu erwägen, ob auch die oben erwähnte Fruchtwandvorwölbung gegen die Mikropyle als eine Art Obturator dient. Ihre Gestalt ist wohl auffällig, doch zeigt ihr Gewebe keinen Unterschied gegenüber dem anderer Stellen der Fruchtknoteninnenwand. Auf welche Weise der Obturator bei *Cyanastrum* mit dem leitenden Gewebe des Griffels und der Plazenta zusammenhängt, darüber gibt die Fig. 23 auf Abb. 3 einigen Aufschluß. Die drei Griffelkanäle finden ihre Fortsetzung in den Baumnähten der Fruchtblätter. Diese Nähte schließen einen sehr schmalen Spalt zwischen sich ein oder es liegen die leicht verquollenen und daher dunkel gefärbten Außenwände der beiden Epidermen ganz aneinander. Die Epidermiszellen selbst sind gleichfalls, besonders in Präparaten von jungen Fruchtknoten, dunkler gefärbt, weil plasmareicher. Es ist anzunehmen, daß diese Spalten die Leitungsbahnen für die Pollenschläuche aus den Griffelkanälen zu dem leitenden Gewebe der Oberfläche der Obturatoren darstellen. Die Nähte gehen unmittelbar über in die Trennungslinie zwischen den Funikulusauswüchsen der beiden Samenanlagen eines Fruchtknotenfaches. Einen sicheren Beweis, daß dies wirklich die Bahn der Pollenschläuche ist, habe ich nicht, da ich Pollenschläuche nicht im Gewebe des Fruchtknotens fand.

Gefäßbündel sind in dem Obturator, wie dies auch allgemein in der Literatur für diese Bildungen festgestellt wird, nicht zu finden. Vgl. im übrigen die Arbeit von FUCHS (1938). Hier wird auch (S. 31) die Tatsache erwähnt und erklärt, daß Obturatoren meist in Fruchtknoten mit nur einer bis wenigen Samenanlagen zu finden sind, was ja auch in dem vorliegenden Fall zutrifft. An der gleichen Stelle findet sich der Hinweis, daß „ein Funikulusbutorator bei nach unten gewendeter Samenanlage“ bei den *Elaeagnaceae* auftritt.

Der Same

Der Bau des Samens veranlaßte ENGLER (1900), die Gattung *Cyanastrum* von den Familien, bei denen man sie früher untergebracht hatte (*Haemodoraceae*, *Pontederiaceae*), abzutrennen und die Familie der *Cyanastraceae* aufzustellen. Das wichtigste Merkmal des Samens ist das Fehlen des Endosperms, welches durch ein Gewebe vertreten wird, das ENGLER als Perisperm ansprach.

Da die Pflanzen, die mir zur Verfügung standen, niemals Samen hervorbrachten, verschaffte ich mir aus den Gewächshäusern des Botanischen Gartens in München Material zur Samenuntersuchung von einer dort kultivierten, nicht näher bestimmten *Cyanastrum*-Species. Leider konnte ich nur drei schon sehr weit vorgeschrittene Samen bekommen. Daher fehlen mir alle Zwischenstufen zwischen dem achtkernigen Embryosack und dem reifen Samen. Von der Endospermbildung konnte ich nie etwas sehen, wie ich ja auch niemals befruchtete wohlerhaltene Embryosäcke beobachtete. Ich muß mich hier auf die Arbeit von TH. FRIES (1919) stützen, welcher die Embryosackentwicklung bei *Cyanastrum Johnstoni*, den reifen Samen dagegen an *C. cordifolium* aus dem Berliner Herbarium studierte. Er schreibt (S. 299): „Nach der Befruchtung wächst der Embryosack schnell in die Länge wie in die Breite. Bald hat er beinahe das ganze innere Integument verdrängt mit Ausnahme der angeschwellenen Mikropylarpartie desselben. Im Embryosack findet eine lebhaftete Kernteilung statt, die vom Zentralkern ausgeht, und eine sehr große Anzahl freier Kerne bekleidet in kurzem die Wände des Embryosackes. Eine Teilung des Kernes der Eizelle hat in einem so fortgeschrittenen Stadium, wie Fig. 4 es zeigt, noch nicht stattgehabt. Das Endosperm bleibt indessen nicht definitiv, denn dem reifen Samen fehlt das Sameneiweiß vollständig.“

Die allgemeinen Verhältnisse von Frucht und Samen bei *Cyanastrum* sind bekannt (vgl. ENGLER und PRANTL 1930). Von den sechs Samenanlagen entwickelt sich nur eine zur Samenreife, die übrigen verkümmern. Es bleiben also auch zwei von den drei Teilen des Fruchtknotens klein und unfruchtbar. Der reife Same ist von einer dünnen, häutigen Fruchtschale umschlossen. Der Same besteht aus einem harten, halbkugeligen

Teil, der sich in einen länglichen, ovalen Anhang aus weichem Gewebe verjüngt. Die drei Samen, die mir zur Verfügung standen, fixierte ich mit KARPETSCHENKO. Die Fixierung war durchaus zufriedenstellend. Da sich bei Verwendung der Paraffineinbettmethode bei der Herstellung der Mikrotomschnitte namentlich der harte Teil des Samens als zu spröde erwies und zerbröckelte, bettete ich das Material in Zelloidin ein und erhielt so recht brauchbare Schnitte, die auch ungefärbt das Wichtigste erkennen ließen.

Die Samenschale ist sehr dünn, sie besteht aus der Epidermis, deren Zellen im Längsschnitt unter der Kutikula an der Außenwand und den beiden Seitenwänden eine sehr starke Verdickung aufweisen, die nur ein ziemlich kleines, dreieckiges oder kreisförmiges Zellumen offen läßt (Abb. 3, Fig. 25). Die Epidermiszellen enthalten Einzelkristalle. Unter der Epidermis sieht man auf Längsschnitten noch eine Schicht von runden Zellen mit gleichmäßig verdickten Wänden; an diese schließen beim weichen Teil die Zellen des lockeren Gewebes an. Am harten Teil fehlte bei den Längsschnittserien die Samenschale, da sie wahrscheinlich bei der Präparation abgerissen worden war. Auf den Querschnitten sieht man unter den gleichmäßig verdickten Epidermiszellen mehrere Schichten von langgestreckten Zellen, die schwächer und ungleichmäßig verdickt erscheinen und mit Stärkekörnern angefüllt sind (Abb. 3, Fig. 26). Bei Querschnitten löste sich die Samenschale stets, besonders am harten Teil, vom anschließenden Samengewebe los. Am harten Teil des Samens findet sich eine längsverlaufende Verdickungsleiste, welche in eine Kerbe des harten Teiles eingreift und sich am weichen Teil allmählich verliert. Dies ist eine Verdickung der Samenschale, die gegen diese Stelle zu die Zahl ihrer Zellschichten vermehrt und ein Gefäßbündel enthält, nämlich das Gefäßbündel der Raphe. Über die Herkunft der Samenschale kann ich nichts aussagen, da mir, wie gesagt, die Zwischenzustände fehlen. Vermutlich geht sie aus dem äußeren Integument hervor. An manchen Stellen mochte es mir scheinen, daß auch noch vom inneren Integument Reste erhalten bleiben.

Was nun die Natur des harten und des weichen Teiles anbelangt, so ergibt sich aus meinen Präparaten folgendes Bild vom Bau des Samens, das im allgemeinen mit dem übereinstimmt, was ENGLER (1900, 1930) und TH. FRIES (1919) angeben.

Der harte Teil wird vom Keimblatt des Embryos gebildet. Die Gestalt dieses Teiles ist halbkugelig, nach dem weichen Teil zu konkav. Ziemlich genau am Scheitel mündet das Würzelchen. Das Gewebe des Würzelchens ist nur unscharf vom umliegenden Gewebe getrennt. (Dieser Scheitel sieht an dem in der Fruchtschale an der Fruchtachse befestigten Samen nach unten, entsprechend der Lage der Mikropyle in der aufrechten anatropen Samenanlage. Der weiche Teil ragt nach oben.) Seitlich vom

Würzelchen steht die Plumula, tiefer eingesenkt und anscheinend bis auf einen schmalen Spalt vom Keimblatt umschlossen. Diese Verhältnisse ergeben sich aus Querschnittserien und Längsschnitten (Abb. 4). Zu Plumula und Würzelchen zieht ein starker Ast von Gefäßbündeln,

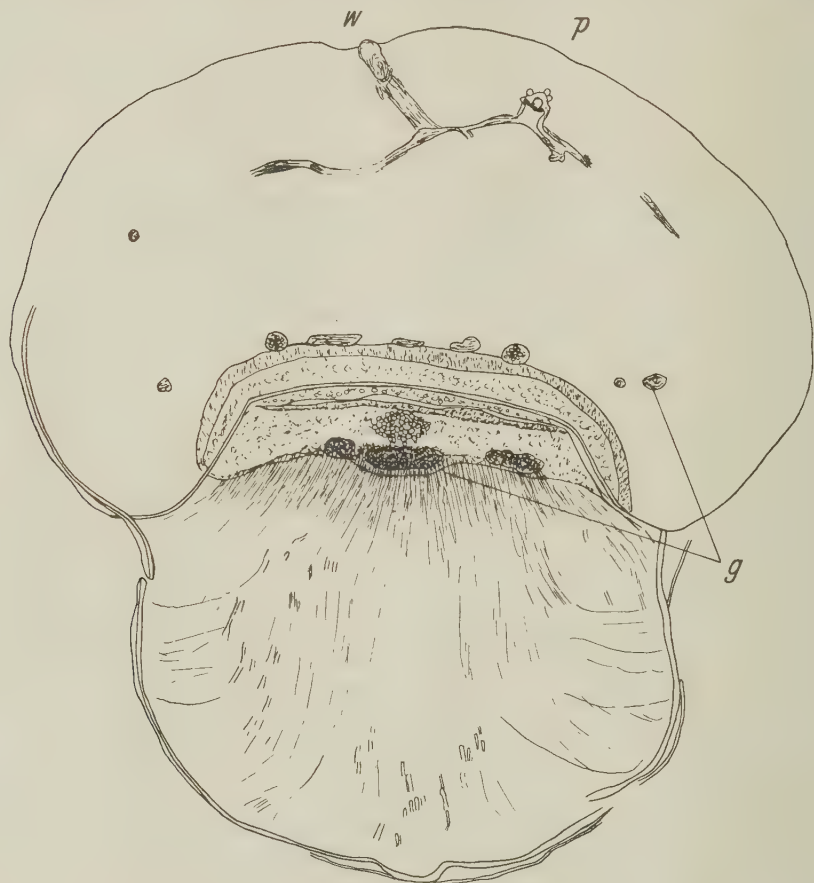


Abb. 4. Längsschnitt durch den Samen von *Cyanastrum* (13fach)
w Würzelchen, p Plumula, g Gefäßbündel

die im übrigen wie Meridiane im Inneren des Keimblattes zu verlaufen scheinen. Das Gewebe des Keimblattes besteht aus rundlichen bis unregelmäßig vieleckigen Zellen, die mit Stärkekörnern angefüllt sind. Mit Jod färbt sich dieses Gewebe sehr stark dunkelblau. Der Kotyledo dient also als Speicherorgan. Mit Mucikarmin färbten sich die Zellmembranen blauviolett, dürften daher aus Zellulose bestehen. Mit Phloroglucin erhielt ich in den Zellen des Keimblattes keine Holzreaktion. Das Keimblatt besitzt eine Epidermis mit Kutikula und verdickten Wänden. Dies

war deutlich an Längsschnitten zu sehen, bei denen die Samenschale fehlte. Bemerkenswert an dem Keimblatt sind noch die rundlichen Lücken, die im Gewebe dicht unter der Oberfläche sowohl auf Querschnitt als auch auf Längsschnitten zu sehen sind. SOLEREDER (1917), der lebendes Blattmaterial von *Cyanastrum cordifolium* untersuchte, schreibt über die systematisch-anatomischen Verhältnisse der Gattung *Cyanastrum*: „Das hervorstechendste Merkmal sind die interzellularen schizogenen Sekretbehälter, welche ein öliges helles Sekret enthalten. Dieselben sind im Mesophyll, im Grundgewebe der Blattmittlerippe und im inneren Grundgewebe des Blattstieles als kugelige, mit einem dünnwandigen Epithel ausgekleidete Sekretlücken vorhanden. ... Im Blattstiel verlaufen außerdem ganz enge Sekretgänge mit dem gleichen Sekret...“ Es handelt sich also wohl auch bei den erwähnten Gewebslücken im Keimblatt um schizogene Sekretbehälter.

Die Ausbildungsform des Keimblattes hängt mit dem Vorhandensein der Knollen zusammen, denn dieser Teil des Embryos wird unmittelbar zur Knolle, wie ENGLER (1900) angibt. Er schreibt (S. 358): „Der Embryo nimmt bei seiner Ausbildung sofort die Form der Knolle an, an deren konkaven Scheitel später der belaubte Sproß entwickelt wird.“ Welche Gestalt- und Lageveränderungen dabei vor sich gehen, könnte man nur aus der unmittelbaren Beobachtung ersehen. An den Knollen ist es wohl auffallend, daß Wurzeln auch an der Seite und an der Oberseite entspringen.

Der weiche Teil ist in den harten eingesenkt (Abb. 4). Das Gewebe dieses eingesenkten Teiles, das von dem Kotyledo rings wie von einem Wall umgeben wird, ist teils sehr locker, teils besteht es aus dichten, kleinen, kugeligen Zellen. Das Gewebe des übrigen weichen Teiles besteht aus lockeren Zügen von langgestreckten Zellen; die seitlichen biegen gegen die Samenschale um, so daß sie stets auf ihr annähernd senkrecht stehen. Bei Behandlung mit Jod färbt sich auch dieser Teil des Samens stark dunkelblau, Behandlung mit Sudanglycerin ergibt Rotfärbung, die Zellen enthalten also Stärke und Fett. Die Zellmembranen färbten sich ebenfalls mit Mucikarmin blauviolett, bestehen also aus Zellulose.

An der Übergangsstelle des kleinzelligen eingesenkten Teiles zu den Zellreihen des Anhangs finden sich Gefäßbündel. Sie erscheinen auf dem Längsschnitt quer getroffen, auf Querschnitten längs getroffen. Sie treten aus der oben erwähnten längs verlaufenden Verdickungsleiste der Samenschale in den Samen ein. Diese Gefäßbündel müssen nach der Deutung, die TH. FRIES (1919) dem Samenanhang gibt, die Gefäßbündel des Chalazaendes sein. Nach ihm bildet sich das lockere Gewebe über den Gefäßbündeln der Chalaza, hat also entwicklungsgeschichtlich mit dem Nuzellus nichts zu tun und kann also auch nicht als Perisperm bezeichnet werden, wie dies ENGLER (1900) tut, der (S. 358) vermutet,

„daß bei der Samenreife in dem nach oben gekehrten Teil des Nuzellus, entsprechend der Verlängerung der Samenanlage, eine bedeutende Streckung der inneren Zellen erfolgt“. Diese Vermutung ist allerdings sehr naheliegend, wenn man die langgestreckten Nuzelluszellen oberhalb der Antipoden und das anscheinend teilungsfähige Gewebe in der Chalaza betrachtet. Es dürfte aber doch die Deutung von TH. FRIES die richtige sein. Denn in dem weichen Teil des Samens ist oberhalb der vorhin besprochenen Gefäßbündel kein weiteres Gefäßbündel mehr zu sehen. Für diese Deutung spricht auch der Umstand, daß sich schon im Zustand des fertigen Embryosackes die Zellen zwischen der Epidermis der Samenanlage und dem Gefäßbündel in der Chalaza offenbar durch Teilung vermehrt haben, da sie zu mehreren hintereinander liegen. TH. FRIES (1919) beschreibt den Verlauf dieser Teilungen während der Entwicklung des Embryos. Das teils sehr lockere, teils sehr kleinzellige Gewebe des weichen Samenteles zwischen der Einbuchtung des Keimblattes und den Gefäßbündeln wäre dann aus den Zellen des Nuzellusendes und der Chalaza hervorgegangen. Der ganze übrige Raum der Samenanlage wird von dem als Speicherorgan dienenden, sich namentlich in der Quer- richtung stark vergrößernden Keimblatt eingenommen. Die Möglichkeit der Nährstoffleitung zum weichen Teil des Samens durch die Gefäßbündel der Verdickungsleiste (Raphe) deutet auf die Aufgabe des Samenanhangs als Nährstoffquelle bei der Entwicklung des Embryos und bei der Keimung. Das Endosperm wird ja nach TH. FRIES (1919) „allmählich vom Embryo verdrängt und absorbiert“. Nach der Angabe von CORNU (1896) fällt allerdings der Samenanhang ab und hinterläßt eine Narbe.

Der von TH. FRIES (1919) vorgeschlagene Name „Chalazosperm“ könnte wohl beibehalten werden. TH. FRIES selber stellt die Chalazosperm- natur des Samenanhangs noch als fraglich hin — er zieht auch seine Elaiosom-Natur in Betracht — und betont, daß nur Keimversuche die Frage endgültig entscheiden könnten. Jedenfalls aber zeigt die Gattung *Cyanastrum* einen sehr eigenartigen Samentypus.

Die verwandtschaftlichen Beziehungen der Gattung *Cyanastrum*

Die Schwierigkeit, die Gattung *Cyanastrum* im System unterzu- bringen, geht schon aus der Tatsache hervor, daß sie ihren Platz öfters gewechselt hat. Ihr erster Beschreiber war OLIVER (1891, in HOOKERS Icones Plantarum, Pl. 1965), der sie zu den *Haemodoraceae*, Tribus *Conanthereae*, stellt. CORNU (1896) stellt dieselbe Pflanze unter dem Namen *Schoenlandia* zu den *Pontederiaceae*. Bei THISELTON-DYER, Flora of tropical Africa, stellt BAKER (1898) *Cyanastrum* zu den *Haemodoraceae*. ENGLER stellt schon 1897 (Nat. Pflanzenfam., Nachträge) fest, daß die Gattung sicher nicht zu den *Haemodoraceae* gehört, und wenn man sie

bei den *Pontederiaceae* beließe, so müßte man sie mindestens als Unterfamilie der *Cyanastroideae* den echten *Pontederioideae* gegenüberstellen. Als entscheidend für die Stellung erklärt er die Beschaffenheit der Samen. Nachdem ENGLER reife Samen untersucht hatte, denen er ein Perisperm zuspricht, stellte er (1900) die Familie der *Cyanastraceae* mit der einzigen Gattung *Cyanastrum* auf. Dem stimmt auch DE WILDEMAN (1902 bis 1903) zu. ROB. E. FRIES (1916) gibt eine nähere Kennzeichnung und Einteilung der beschriebenen Arten. In der zweiten Auflage von ENGLER und PRANTL, „Die natürlichen Pflanzenfamilien“ (1930) stehen die *Cyanastraceae* hinter den *Pontederiaceae* in der Unterreihe *Pontederiineae* (Reihe *Farinosae*). Es wird jedoch (S. 2) betont, daß zwischen den beiden Familien, „die auf ziemlich gleicher Stufe stehen“, keine näheren verwandtschaftlichen Beziehungen bestehen. Über die Aufzählung und Gruppierung der sechs bekannten Arten vgl. ebenda, S. 189; über die Geschichte von *Cyanastrum* vgl. auch TH. FRIES (1919, S. 295).

HUTCHINSON (1934) ist im Gegensatz zu ENGLER der Meinung, daß *Cyanastrum* mit *Tecophilaea* und verwandten Gattungen, den *Tecophilaeaceae*, vereinigt werden sollte, da *Cyanastrum* mit *Cyanella* nahe verwandt sei. Die Familie scheine ein Bindeglied zwischen *Liliaceae* und *Iridaceae* zu sein, durch die Halbunterständigkeit des Fruchtknotens. K. FRITSCH (1932) stellt die *Cyanastraceae* zusammen mit den *Pontederiaceae* und *Philydraceae* in die Ordnung der *Bromeliales*, die er auf die Ordnung der *Liliiflorae* folgen läßt.

Mit den *Pontederiaceen* stimmt *Cyanastrum* embryologisch hinsichtlich der Teilung der Pollenmutterzellen nicht überein, die bei den erstgenannten sukzedan erfolgt. Auch besitzen sie ein reichliches, mehliges Endosperm. Was die *Haemodoraceae* betrifft, so ist hier ein Vergleich sehr schwer, da diese Familie selbst wenig einheitlich und in Umgrenzung und Stellung unsicher ist, indem die Formen teils den *Liliaceae*, teils den *Amaryllidaceae* nahestehen (vgl. PAX 1930, DELLERT 1933). Jedenfalls wird bei Gattungen, die den *Haemodoraceen* zugerechnet werden oder wurden, sukzedane Teilung der Pollenmutterzelle (SCHNARF 1931) und bei *Wachendorfia* außerdem ein echtes Antherenperiplasmodium und helobiales Endosperm angegeben (DELLERT 1933).

Die äußere Ähnlichkeit von *Cyanastrum* mit den *Conanthereae*, besonders *Cyanella* und *Tecophilaea* (nach Beschreibungen), ist wohl sehr auffallend: Halbunterständigkeit des dreiteiligen Fruchtknotens, Öffnen der Antheren an der Spitze (die Antheren allerdings ungleich, bei *Tecophilaea* drei fruchtbar, drei zu Staminodien umgebildet), die Anheftungsart der Antheren, fadenförmiger Griffel mit dreizähliger Narbe, Form des Perianths, das Vorhandensein von Knollen, bei *Tecophilaea* ein oder wenige grundständige Blätter mit trockenhäutiger Scheide am Grund, der Blütschaft ebenfalls nur mit einer Blattscheide am Grund, sonst

blattlos. Gegensätze bilden die zahlreichen kleinen Samen und die fachspaltigen Kapseln. Auch der Platz der *Conanthereae* im System ist nicht eindeutig feststehend, denn bei BENTHAM und HOOKER stehen sie als Tribus bei den *Haemodoraceae*, BAKER (1880) bezeichnet sie als „aberrant tribes of *Liliaceae*“ und meint, sie seien augenscheinlich ein Bindeglied zwischen *Liliaceae* und *Amaryllideae* (S. 407). BAILLON (1893) ist der Meinung, daß die Gattung *Conanthera* viel eher zu den Amaryllidaceen als zu den Liliaceen gehört, wenn man diese zwei Familien überhaupt als getrennt betrachten will. Bei ENGLER und PRANTL (1930) stehen die *Conanthereae* als Tribus bei den *Amaryllidaceae*. HUTCHINSON (1934) endlich stellt die *Conanthereae* nach dem Vorgang LEYBOLDS (1862) in der Familie der *Tecophilaeaceae* zusammen, denen er auch *Cyanastrum* zurechnet. Auch die Gattung *Cyanella* der *Tecophilaeaceae* kommt in Südafrika vor. Leider ist embryologisch über die *Conanthereae* bis jetzt gar nichts bekannt. Wäre das der Fall, dann könnte man mit größerer Sicherheit entscheiden, ob *Cyanastrum* ihnen anzuschließen ist oder nicht. Es ist daher einstweilen am besten, die Familie *Cyanastraceae* nach ENGLER bestehen zu lassen, vor allem im Hinblick auf die besondere Beschaffenheit des Samens, die nirgend sonst bei den Monokotylen bekannt ist. Dann wäre nur die Frage zu erörtern, in welcher anderen Familie man auch vom embryologischen Standpunkt die nächsten Verwandten von *Cyanastrum* zu suchen hat. Wenn man das Nährgewebe und das Aussehen des Samens unberücksichtigt läßt, so stimmt *Cyanastrum* im „embryologischen Diagramm“ (SCHNARF 1933) auffallend mit den *Dioscoreaceae* und *Taccaceae* überein. Auch hier findet simultane Teilung der Pollenmutterzellen statt, bei *Dioscorea quinqueloba* in der gleichen Weise wie bei *Cyanastrum*: „Die Wände entstehen simultan nach der homöotypen Kernteilung und werden als äquatoriale Platten in den Spindeln angelegt.“ (TÄCKHOLM und SÖDERBERG 1918, S. 195.) Für die *Taccaceae* dagegen ist die Simultanteilung nach PALM (1920) nicht ganz sicher, da man öfter Reihenanordnung findet. Bei SUESSENGUTH (1921, S. 5) heißt es: „Während bei *Dioscorea* typische Tetraëderanordnung die Regel ist, findet sich bei der Taccacee *Tacca cristata* Simultanteilung bei vorwiegender Quadrantenanordnung.“ Auch bei *Cyanastrum* findet man ja hin und wieder, wie a. a. O. besprochen, Anordnung der jungen Pollenkörner in einer Ebene. HAKANSSON (1921) beschreibt bei den Taccaceen den Zellteilungsvorgang nach der homöotypischen Kernteilung. Er spricht von den feinen Kinoplasmafäden, die im Zytoplasma auftreten und sämtliche Kerne miteinander verbinden. Die Zellenbildung erfolgt auch hier durch feine Zellplatten in den Spindelfasern. Sukzedane Teilung hält er nicht für glaubwürdig. Innerhalb der *Liliiflorae* (nach dem WETTSTEINSchen System) ist die simultane Teilung der Pollenmutterzellen nicht allzu verbreitet (vgl. die Übersichtstabelle

bei SCHNARF 1929, S. 7ff.). Auch bezüglich des Antherentapetums, der Samenanlage, des weiblichen Archespors, der Embryosackentwicklung, der Antipoden stimmen die *Dioscoreaceae* und *Taccaceae* mit *Cyanastrum* überein (vgl. SCHNARF 1931). Über die Anzahl der Kerne im reifen Pollenkorn fehlen leider Angaben. Die Endospermibildung wird für *Dioscoreaceae* und *Taccaceae* als nuklear angegeben. Soweit bei *Cyanastrum* darüber etwas bekannt ist, wird auch hier anfänglich ein anscheinend nukleares Endosperm angelegt (TH. FRIES 1919, S. 299, 300, Fig. 4). Auch in diesem Punkt läge also zunächst Übereinstimmung vor.

Zu dieser Ähnlichkeit der embryologischen Merkmale kommen noch vor allem zwei morphologische hinzu, die wohl nicht ohne Bedeutung sind: die Netznervatur der Blätter bei *Dioscoreaceen* und *Taccaceen* sowie die Knollenbildungen, die ebenfalls auch in den beiden Familien auftreten. Nach SUESSENGUTH (1921, S. 61) kommt sehr ausgeprägt offene Netznervatur, aber auch bogenläufig geschlossener Nervenverlauf bei *Dioscorea*-Arten vor. KNUTH (in Nat. Pflanzenfam., 1930) gibt „feine parallele Verbindungsadern zwischen den Hauptsträngen“ an.

Ein anderes Merkmal, in dem die *Dioscoreaceae* und die *Taccaceae* an *Cyanastrum* erinnern, sind, wie gesagt, die Knollenbildungen. Eine Besonderheit der *Cyanastrum*-Knollen stellt die von ENGLER (1900) angegebene Tatsache dar, daß der Embryo sofort die Form der Knolle annimmt, d. h. das Keimblatt bildet unmittelbar die Knolle. Man könnte also hier von Kotyledonarknollen sprechen. Bei den *Dioscoreaceen* dagegen kommen Rhizome, Wurzelknollen und Sproßknollen vor (TROLL 1937, S. 767).

Bezüglich der Früchte und Samen weichen allerdings die beiden Familien ziemlich stark von *Cyanastrum* ab. Bei den *Dioscoreaceen* finden sich meist in jedem der drei Fächer viele Samenanlagen, die auch zu Samen werden (KNUTH 1930). Doch auch hier kommt es bei *Rajania* zum Fehlschlagen zweier Fächer, und in dem fruchtbaren Fach verkümmert die eine der beiden Samenanlagen, so daß eine einsamige Flügel Frucht entsteht. In der Ausbildung des chalazalen Anhangs des Samens als Nährgewebe steht *Cyanastrum* wohl vereinzelt da. Wohl finden sich „Fortsätze und haarähnliche Bildungen an der Chalaza“ bei den *Bromeliaceae*, und auch *Agapanthus* unter den *Liliaceae* weist Chalazafortsätze auf (vgl. SCHNARF 1931). Hier finden sich jedoch die Fortsätze schon an der Samenanlage, und man wird wohl kaum aus ihrem Auftreten allein auf eine nähere Verwandtschaft zu den *Bromeliaceae* oder anderen schließen können, die embryologisch (sukzedane Teilung der Pollenmutterzellen und helobiales Endosperm) wie auch habituell von *Cyanastrum* recht verschieden sind. Die Unterbringung der *Cyanastraceae* bei den *Bromeliales* nach K. FRITSCH (1932) erscheint daher wenig berechtigt, und auch in die Reihe der *Farinosae* nach der Einteilung bei ENGLER

und PRANTL (1930) passen sie nicht recht hinein. Am besten wird es daher vorläufig sein, die *Cyanastraceae* bei den *Liliiflorae*, und zwar in der Nähe der *Dioscoreaceae* unterzubringen.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Männlicher Gametophyt

1. Die Antherenwand ist vier- bis siebenschichtig.
2. Das Antherentapetum ist ein Sekretionstapetum. Die Tapetenzellen werden mehrkernig, die Kernvermehrung erfolgt durch Mitose; die Kerne verschmelzen später miteinander. Das Tapetum scheidet einen Antherensaft aus.
3. Die Teilung der Pollenmutterzellen erfolgt simultan durch Zellplatten. Nach der heterotypen Teilung habe ich keine Anlage von Zellplatten beobachtet.
4. Chromosomenzahl haploid 12, an homöotypen Kernplatten des Pollens beobachtet.
5. Das reife Pollenkorn ist zweikernig und einfaltig.

Weiblicher Gametophyt

6. Der dreiteilige, halbunterständige Fruchtknoten enthält in jedem Fach zwei anatrophe, krassinuzellat-bitegmische Samenanlagen.
7. Das innere Integument ist zwei- bis dreischichtig und bildet allein die Mikropyle, wo es mehrschichtig wird; das äußere Integument ist vielschichtig. Das Gefäßbündel des Funikulus spaltet sich in der Chalaza auf und reicht bis tief ins äußere Integument hinein. Der Funikulus weist ringförmige Auswüchse auf, die mit leitendem Gewebe bekleidet sind und als Obturator dienen dürften.
8. Der Nuzellus ist schmal und langgestreckt und wird vom Embryosack fast gänzlich aufgezehrt, nur an der Spitze wird er durch Teilung der Epidermiszellen mehrschichtig (Nuzellarkappe) und es bleiben hier Zellreste lange erhalten.
9. Die einzige primäre Archesporozelle liefert die Embryosackmutterzelle und einen Komplex von mehreren Deckzellen. Aus der Embryosackmutterzelle gehen drei Zellen hervor: eine Dyadenzelle, die sich nicht weiterteilt, und zwei Tetradenzellen, von welchen die chalazale zum Embryosack wird.
10. Dieser entwickelt sich weiter nach dem Normaltypus: in drei Teilungsschritten entsteht der achtkernige Embryosack von gewohntem Aussehen mit dreizelligem Eiapparat, drei kleinen, bald degenerierenden Antipoden und zwei Polkernen, die spät in der Nähe des Eiapparates verschmelzen. Bisweilen fiel eine Vermehrung der Polkerne auf.
11. Befruchtung durch Porogamie, da Pollenschlauchreste in der Mikropyle zu sehen waren.

Samen

12. Befruchtungszustände und junge Samen konnte ich nicht beobachten.

13. Dem reifen Samen fehlt ein Endosperm, dagegen besitzt er einen vermutlich aus dem Gewebe über dem Chalazaleitbündel entstandenen Anhang, der aus lockeren, stärke- und fettreichen Zellreihen besteht.

14. Am Embryo liegen Plumula und Würzelchen nahe beieinander. Das Keimblatt ist mächtig entwickelt, es besteht aus dichtem, hartem, stärkereichem Gewebe und wird unmittelbar zur Knolle.

15. Die Samenschale ist dünn, sie besteht aus der Epidermis mit stark verdickten Zellwänden und Einzelkristallen und aus mehreren Reihen auf Querschnitten langgestreckt erscheinender, stärkereicher Zellen mit schwächer verdickten Wänden.

Auf Grund dieser Untersuchungen erscheint es vorläufig als das Beste, die *Cyanastraceae* mit der einzigen Gattung *Cyanastrum* als selbständige Familie bestehen zu lassen und sie in der Reihe der *Liliiflorae* in die Nähe der *Dioscoreaceae* und *Taccaceae* zu stellen.

Die vorliegende Arbeit wurde am Botanischen Institut der Universität Wien (Direktor: Prof. Dr. F. KNOLL) ausgeführt. Meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. K. SCHNARF, möchte ich an dieser Stelle für die Anregung zu meiner Arbeit sowie für seine wertvollen Ratschläge bei deren Ausführung bestens danken. Ferner danke ich Herrn Professor Dr. J. KISSER für seine Unterstützung bei der Behandlung des Samenmaterials.

Schriftenverzeichnis

- Baillon, M. H., Sur quelques caractères des *Conanthera*. Bull. Mens. Soc. Linn. Paris, Nr. 138, 1096 h, 1893.
- Baker, J. G., A Synopsis of *Colchicaceae* and the Aberrant Tribes of *Liliaceae*. Journ. Linn. Soc., Vol. XVII, S. 493. London 1880.
- *Haemodoraceae*, in THISELTON-DYER, Flora of tropical Africa, Bd. VII, S. 336. London 1898.
- Bentham, G. et Hooker, J. D. Genera plantarum, III. Bd., S. 679, 680. London 1883.
- Capus, M. G., Anatomie du Tissu Conducteur. Ann. Scienc. Nat., Tome VII, 1878.
- Cornu, M., Note sur un genre nouveau de Pontédériacées d'Afrique: *Schoenlandia* (*Sch. gabonensis* CORNU). Bull. Soc. Bot. France, vol. 43, S. 21. Paris 1896.
- Dellert, R., Zur systematischen Stellung von *Wachendorfia*. Österr. Bot. Zeitschr., Bd. 82, S. 335 bis 345. Wien 1933.
- Engler, A., Beiträge zur Flora von Afrika XX: Berichte über die botanischen Ergebnisse der Nyassa-See- und Kinga-Gebirgs-Exped., *Cyanastraceae*. Bot. Jahrb., 28. Bd., S. 357. Leipzig 1901.

- Engler, A. und Prantl, K., Die natürlichen Pflanzenfamilien. Nachträge zum II. bis IV. Teil, S. 70. Leipzig 1897.
- Engler, A., *Cyanastraceae*. In ENGLER und PRANTL, Die natürl. Pflanzenfam., 2. Aufl., Bd. 15a, S. 188 bis 190. Leipzig 1930.
- Fries, Rob. E., Botanische Untersuchungen. Bd. I von: Wissenschaftl. Ergebn. der schwedischen Rhodesia-Kongo-Expedition 1911 bis 1912. S. 223. Stockholm 1916.
- Fries, Th. C. E., Der Samenbau bei *Cyanastrum* OLIV. Svensk Botanisk Tidskrift, Bd. 13, S. 295. 1919.
- Fritsch, K., Die systematische Gruppierung der Monokotylen. Berichte der Deutschen Bot. Ges., Bd. La, S. 178. Berlin-Dahlem 1932.
- Fuchs, A., Beiträge zur Embryologie der *Thymelaeaceae*. Österr. Bot. Zeitschr., Bd. 87, 1938, S. 1 bis 41.
- Hakansson, A., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Taccaceen. Botaniska Notiser, S. 199, 200. 1921.
- Hutchinson, J., The families of flowering plants. II. Monocotyledons. S. 102. London 1934.
- Juel, H. O., Beiträge zur Blütenanatomie und zur Systematik der Rosaceen. Kungl. Svensk. Vetenskapsak. Handl., Bd. 58, No. 5. 1918.
- Knuth, R., *Dioscoreaceae*. ENGLER und PRANTL, Die nat. Pflanzenfam., 2. Aufl., Bd. 15a, S. 438. 1930.
- Oliver, D., *Cyanastrum cordifolium* OLIV. In HOOKERS Icones Plantarum, III. Ser., Vol. X., Pl. 1965. 1891.
- Palm, B., Preliminary notes on pollen development in tropical Monocotyledons. Svensk Bot. Tidskr., Bd. 14, S. 262. 1920.
- Pax, F., *Haemodoraceae*. ENGLER und PRANTL, Die nat. Pflanzenfam., 2. Aufl., Bd. 15a, S. 386. 1930.
- Péchoutre, F., Contribution a l'étude du développement de l'ovule et de la graine des Rosacées. Ann. Scienc. Nat., 8. Ser., Bot., Tome XVI. Paris 1902.
- Schnarf, K., Embryologie der Angiospermen. Handb. d. Pflanzenanatomie, II. Abt., 2. Teil, Bd. X/2. Berlin 1929.
- Vergleichende Embryologie der Angiospermen. Berlin 1931.
- Die Bedeutung der embryologischen Forschung für das natürliche System der Pflanzen. Biologia generalis, Bd. IX., S. 271 bis 288. Wien und Leipzig 1933.
- Solereder, H., Über die Cyanocysten von *Cyanastrum cordifolium* OLIV., mit Bemerkungen über die systematisch-anatomischen Merkmale von *Cyanastrum*. Beih. bot. Centralbl., Bd. 33, 1. Dresden 1917.
- Suessenguth, K., Beiträge zur Frage des systematischen Anschlusses der Monokotylen. Beih. bot. Centralbl., 38, 2. Abt., 1921. S. 1 bis 79.
- Täckholm, G. und Söderberg E., Neue Beispiele der simultanen und sukzessiven Wandbildung in den Pollenmutterzellen. Svensk. Bot. Tidskr., Bd. 12, S. 189 bis 201. 1918.
- Troll, W., Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen. 1. Bd., 1. Teil. Berlin 1937.
- Wildeman, E. De, Études sur la Flore du Katanga. Ann. Mus. Congo, Bot., Ser. IV, S. 5, 6. Brüssel 1902 bis 1903.

Beiträge zur Flora der Umgebung von Innsbruck mit besonderer Berücksichtigung des Voldertales bei Hall in Tirol

Von

Walter Grabherr (Hann.-Münden/Innsbruck)

Die nachfolgende Zusammenstellung führt nur beachtenswertere, im Schrifttum nicht aufscheinende Pflanzenstandorte an, die von 1927 bis 1938 und 1940 gelegentlich beobachtet wurden¹.

Rhodophyceae

Bangia atropurpurea (ROTH) AG. var. *ferruginea* (KERN.) RBH.: Selten im Inn; Karwendelbahnbrücke (leg. Wlad. VLK, XII 1937), Löwenhaus (Innsbruck), Ampaß gegen Hall, in der Nähe der Brücken von Hall, Volders und Schwaz (I 1938).

KERNER (1865) bringt das Vorkommen dieser seither nicht wiedergefundenen Art im Inn mit dem Gebrauch der Sole in Zusammenhang (siehe auch Flora von Tirol von DALLA TORRE u. SARNTHEIN). — *Bangia* und *Lotus siliquosus* L. mit seiner sehr auffallenden Verbreitung längs der alten Solenleitung bis ins mittlere Halltal hinauf sind die zwei wahrscheinlich halophilen Pflanzen Tirols, deren Vorkommen mit dem Haller Salzbergbau in Verbindung zu bringen ist.

Hildenbrandia rivularis (LIEBEN) I. AG.: An stärkst beschatteten Stellen sehr selten im unteren Voldertalbach. Im Tulfeser Bächlein in der Nähe der Bogazikapelle (dies vielleicht der Fundort von LEITHE, 1888).

Batrachospermum Dillenii BORY: Am Großvolderberg nicht selten in Rinnsalen und Brunnentrögen, besonders im Abfalterbrunnen am Volderwildbadweg, Volderer Bach.

Lemanea fluviatilis (L.) MART.: Noch bei der Vorberggreiße im Volderer Bach (1700 m).

¹ Vgl. meine frühere Arbeit „Zur Flora des Voldertaler bei Hall in Tirol“. Österr. Botan. Zeitschrift, Bd. LXXXVI, 1937, S. 287—292.

Chlorophyceae

Prasiola crispa MENECH.: Auf verkohlten Hölzern 3 bis 4 Jahre hindurch als Erstbesiedler üppige Stadien bildend. Brunnenrohr der Neßlachalpe.

Prasiola stipitata SUHR: Wattener Lizzum, Lann, Vorbergalpe, Steinkasern.

Trentepohlia aurea (L.) MART.: Rosenjoch-Hochkar (2600 m), auf Eisendolomit: Seekarspitze (2400 m), Navisjoch im Voldertal.

Myxomycetes

Chondrioderma Lyalii MASS.: Bergwiesen bei Largoz, bei der aufgelassenen Wurzachalpe im Voldertal.

Physarum Diderma ROST.: Stiftsalm Hochleger, Vorbergalpe.

Badhamia utricularis (BÜLL.) BERK., auf *Polystictus hirsutus*; Klammeegg.

*Fungi*¹

Acetabula leucomelas (PERS.) BOUD. (*Paxina* l. KUNTZE): In Straßengräben bei Leutasch.

Aleuria aurantia (PERS.) FÜCKEL: Lans, Schwarzbrunnen im Voldertal (1700 m).

Ascobolus carbonarius KARST.: Vor dem *Funaria*-Stadium auf Brandstellen bis über die Waldgrenze in ganz Tirol weit verbreitet; noch im hintersten Gschnitz-, Vikar-, Volder-, Arz-, Sellraintal (Haggen), Stubai (Ranalt). Seltener auf verkohlten Hölzern: Geroldschlucht, Stubai (Fulpmes), Bärenalpe im Navistal.

Barlaeina carbonicola (FÜCK.) SACC. et TRAV. (*Lamprospora carbonaria* SEEVER): Gleichzeitig oder noch vor *Funaria* auf Brandstellen vom Tal bis ins Hochgebirge; im nachfolgenden Bryetum argentei schon mit auffallend herabgesetzter Vitalität (viel kleinere Fruchtkörper). Zerstreut um Innsbruck, Geroldschlucht bei Völs.

Barlaeina Constellatio SACC. et SYDOW (*Lamprospora C.* SEEVER): Häufig in den Initialgesellschaften auf frischen, lehmigen Sandböden, besonders zwischen *Pellia Fabbronia* RADDI, *Dicranella varia*, *Tussilago farfara*, oft mit *Humaria leucolomoides* REHM, *Lachnea Lojkaeana* REHM, *Peziza viridaria* BERK. et BR., *Peziza badia* PERS. u. a. vergesellschaftet: auf feuchtem Schwemmsand am Innufer (leg. HERM. HANDEL-MAZZETTI).

¹ Von den operculaten Discomyceten Tirols sind noch nicht annähernd die vorkommenden Arten und ihre Verbreitung bekannt. Herrn KIRSCHSTEIN (Berlin) danke ich für Ratschläge hinsichtlich der sehr uneinheitlichen und teilweise verworrenen Nomenklatur. Ich folge der bisher in Europa gebrauchten Bezeichnungsweise und füge die neue nordamerikanische Nomenklatur von SEEVER (The North American Cap-Fungi, New York 1928) in Klammern hinzu.

Discina macrospora BUBÁK: An verkohlten Legföhren beim Gamsangerl am Brandjoch (1750 m, IX 1936).

Geopyxis cupularis (L.) SACC.: Häufig zwischen *Funaria* auf Brandstellen bis ins Hochgebirge. Vaz im Wattental (1800 m). Auf Humus von Haseln, Erlen und Fichten: Garzanhof, Geroldschlucht, Markiälpe im Voldertal.

Geopyxis Catinus (HOLMSK.) SACC.: Unter Haseln und Erlen; Geroldschlucht, mehrfach an der Straße nach Götzens, Windegger Bichl im Voldertal (1200 m).

Humaria humosa SACC. (*Humarina h.* SEAVER): Selten. Wurbach-Ursprung.

Humaria leucolomoides REHM: Auf frischen Lehm- und Sandböden bis ins Mittelgebirge. Auf der Liegendmoräne der Höttinger Breccie im Weiherburggraben.

Lachnea coprinaria (COOKE) PHILL. (*Patella c.* SEAVER): Selten. Mit *Ascobolus stercorarius* (BULL.) SCHRÖT., *Lasiobolus ruber* (QUEL.) SACC. und *Peziza fimeti* (FUCK.) SEAVER auf Kuhfladen am Gleinserköpfl (Ochsenalpe).

Lachnea hemisphaerica (WIGG.) GILL. (*Patella albida* SEAVER): Auf Waldböden bis in die Bergwaldregion. Wurbach-Ursprung (1100 m).

Lachnea gregaria (PHILL.) REHM (*Patella gr.* SEAVER): Auf frischem Phyllitschutt oft in Massenfaltung mit *Helvella lacunosa* Afz. Auf älteren, entbasten Brandstellen und sehr stark sauren Humus- und Mineralböden bis über die Waldgrenze. Markiälpe im Voldertal (bei 2200 m).

Lachnea melaloma (ALB. et SCHW.) SACC.: Vor *Funaria* auf Brandstellen bis ins Hochgebirge; Steinkasern im Voldertal (2300 m, VIII 1940).

Lachnea Lojkaeana REHM: Auf frischen Lehm- und Sandböden bis ins Mittelgebirge; Gräben der Straße nach Vill, Hl. Wasser (1200 m).

Lachnea scutellata (L.) GILL. (*Patella sc.* SEAVER): Auf verwesendem Holz des Malgrübler-Gipfelzeichens (2747 m), massenhaft an den Ställen von Steinkasern im Voldertal (2080 m). Die auf loser Erde wachsende Form mit kürzeren Haaren [*Lachnea hirta* (SCHUM.) GILL.] geht weit über die Waldgrenze: Markiälpe im Voldertal (2200 m).

Lachnea subatra REHM: Selten; Herztal bei Ampaß.

Otidea concinna (PERS.) REHM: An Wegrändern beim Glockenhof bei Hall.

Peziza Adae SADLER: Auf frisch aufgeworfener Erde an der Straße nach Götzens, unter dem Zirkenhof bei Mieders.

Peziza fimeti FUCK.: Steinkasern (2300 m).

Peziza Fuckelii REHM: Auf Sand- und Lehm Böden; an der Straße nach Götzens.

Peziza violacea PERS.: Vor *Funaria* auf Brandstellen bis ins Hochgebirge gebietsweise sehr verbreitet; besonders Stubai, Sellrain, Herztal bei Aldrans, Steinkasern (2200 m).

Peltidium Oocardii KALCHBR. (*Pulvinaria Ooc.* VEL.): Diese nach KIRSCHSTEIN (briefl.) äußerst seltene Art bisher nur an zwei Stellen im mittleren Voldertal gefunden: hinter Volderwildbad und bei der Sternbachalpe (1500 m), mit *Lachnea scutellata* (L.) GILL. und *Mitrula phaloides* (FR.) SACC. auf ständig untergetauchten Fichtenrinden. Ganz im Dunkeln herangewachsene Fruchtkörper waren hellviolett und wurden bei Lichtzutritt nach einigen Tagen allmählich braun.

Pitya vulgaris FUECKEL: Stellenweise in der ganzen Buchen-Weißtannen-Region des Karwendels auf faulenden Tannennadeln im Winter (I, II). Wurmbach-Ursprung, bei Baumkirchen (800 m).

Pyronema omphalodes (BULL.) FUECK.: Zerstreut, aber nicht häufig auf Brandstellen vor *Funaria*; auf angebranntem Papier besonders üppig: Seefeld gegen Wildmoos; auf Zellstoffgewebe in der Reichenau (VIII 1940); auf Stroh bei Kranewitten (VIII 1940).

Rhizina inflata (SCHAEFF.) KARST.: Besonders auf älteren Brandstellen; Kreit und Natters (LITSCHAUER, mündl.), St. Sigmund i. Sellrain (1880 m), Haglachalpe im Voldertal.

Saccobolus Keverni (CROUAN) BOUD.: Mit *Ascobolus stercorarius* (BULL.) SCHRÖT. und *Peziza vesiculosa* BULL. auf Kuhmist bis in die subnivale Region. Arzthal (Penzenböden), Rosenjoch (Lottergrube, 2500 m), Pfeis.

Sphaerospora brunnea (ALB. et SCHW.) MASSEE: Selten; Gries i. Sellrain.

Dasyscypha subtilissima COOKE: Auf Weißtannenrinde beim Wurmbach-Ursprung stellenweise häufig.

Helotium lutescens HEDW.: Auf Fichtennadeln im Höttinger-, Weiherburggraben, Wurmbach-Ursprung, Schoberwald (Kranewitterklamm).

Helotium serotinum PERS.: An faulenden Buchenstrünken beim Wurmbach, Kranewitterklamm gegen Schoberwald, Völs gegen Völlenberg (auf einer Buche!), Sellrain (beim Buchenvorkommen nahe der Straße vor Rothenbrunn), Geroldschlucht (bei den Buchenvorkommen).

Hymenoscypha Aspidiorum (REHM) KILL.: An faulenden Stengeln vom Adlerfarn im Götzener Hohlweg.

Lachnum virgineum BATSCH var. *crystallinum* FUECKEL: Auf Weißtannenrinde mit *Pitya* beim Wurmbach-Ursprung.

Telephora terrestris EHRH., resupinate Form: Mehrfach auf Brandflächen; Schloß Mentelberg (LITSCHAUER, mündl.), ober Mieders gegen die Ochsenalpe (HERM. HANDEL-MAZZETTI), Tulferberg, Voldertal.

Anthracoidea Caricis (PERS.) BREF.: Auf *Carex sempervirens* in der Weinschreiberrinne im Voldertal (1700 m).

Nectria lecanodes CES.: Auf *Peltigera malacea* an der Quelle des Forsthauses im Voldertal, bei den Steinkasernhütten (auf *P. spec.*).

Lichenes

Lobaria linita (ACH.) WAINIO: Unter Felsblöcken am Rosenjoch bis 2750 m.

Peltigera venosa (L.) HOFFM.: Unter Steinblöcken bis in die höchsten Gipfelregionen der Tuxer Voralpen, z. B. Rosenjoch (2780 m); Brandjoch (2300 m), Rumerspitze (2200 m), im Buchenwald beim Wurmbach-Ursprung, Arzleralpe, Höttingergraben, Gugger Mauer, Thaurer Klamm, Vomperloch.

Umbilicaria virginis SCHAEER.: Ötztaler Wildspitze. (Vorarlberg: Im Kamin am Piz Buingipfel, Wiesbadenergratl, 1932, neu für die Silvretta.)

Hepaticae

Lophozia grandiretis (LINDB.) SCHIFFNER: Rosenjoch-Hochkar, Glungezer, Birgitzeralpe, Mieskopf.

Metzgeria pubescens (SCHRANK) RADDI: Rosenjoch 2300 m.

Trichocolea tomentella (EHRH.) DUM.: Sellraintal, Götzener Lizzum, Kupferberg bei Navis, Wattental, Voldertal (Ausseregger-Felder).

Musci

Dicranodontium circinatum (WILS.) SCHIMP.: Rosenjoch-, Grünbergerspitze.

Plagiobryum Zierii LINDB.: Rosenjoch-Hochkar (2500 m).

Plagiopus Oederi (GUNN.) LIMPR.: Volderbach (1000 m).

Schistostega osmundacea MOHR: Malgrübler (1700 m), Halsmarter-Tulfein.

Sphagnum fuscum (SCHIMP.) KLINGGR.: Stallsins, Haglach, Weerberg.

Tayloria serrata (HEDW.) BR. eur.: Navis-, Watten-, Voldertal an Ställen.

Thamnidium alopecurus (L.) B. S.: Voldertalschlucht beim Kolbenturm an einer Stelle, Ahrntal gegen Vill, Paschberg.

Oreas Martiana BRID.: Weinschreiberrinne im Voldertal (1700 m).

Pteridophyta

Asplenium germanicum WEISS (*A. trichomanes* × *septentrionale*): In der Nähe der Stiftsalpe im Voldertal auf einer alten Steinmauer.

Blechnum spicant (L.) SM.: Im Kalkgebiet nur auf Werfener Buntsandstein-Verwitterungsböden (Höttingergraben, Vintlalpe) oder auf tiefgründigem stark saurem Fichtenhumus: Stangensteig gegen Planötzenhof, Wurmbach-Ursprung gegen Mühlauerklamm.

Lycopodium clavatum L.: Gwann im Voldertal (2200 m).

Monocotyledones

Molinia caerulea (L.) MOENCH ssp. *arundinacea* (SCHRANK) PAUL var. *euarundinacea* PAUL: Diese einblütige Form mit Haarbüscheln am Grunde der Rispenäste ist selten. Vereinzelt auf Brandflächen des Karwendels: Oberaschbach-Klammegg, Kranewitterklamm, Thaurer Zunderkopf.

Molinia caerulea (L.) MOENCH ssp. *arundinacea* (SCHR.) PAUL var. *litoralis* (HOST) PAUL: Die Normalform der Xeromolinieten auf Kalkhängen, Brandflächen und in Wäldern.

Molinia caerulea (L.) MOENCH ssp. *arundinacea* (SCHR.) PAUL var. *litoralis* (HOST) PAUL f. *pseudoarundinacea* (MURR) mit eng anliegenden Rispenästen und hellbraunen Hüllspelzen ist wohl nur eine Standortmodifikation auf Dolomithböden. Thaurer Zunderkopf, Gnadenwald, Hechenberg.

Molinia caerulea (L.) MOENCH ssp. *caerulea* (M.) PAUL var. *subspicata* FIGERT: Auf trockenen Kalkhängen des Karwendels: Stangl, Garzanmahd.

Juncus bufonius L. m. *viviparus* BUCHENAU: Fahrweg hinter Volderwildbad.

Ornithogalum nutans L.: Verwildert bei St. Michael im Gnadenwald.

Polygonatum verticillatum (L.) ALL.: Ein gänzlich vereinzelt Vorkommen in der Weinschreiberrinne im Voldertal.

Leucoium vernum L. f. *Vagneri* STAPP: Patscherwiesen gegen Ahrntal (1000 m) vereinzelt.

Orchis globosa L.: Herzwiese bei Innsbruck, Stallsinsalpe.

Orchis pallens L.: Ober dem Höttingerbild am Achselkopf bei 1150 m (eine Stelle). — Es ist wohl auf die außergewöhnlich feuchte Witterung des Jahres 1940 zurückzuführen, daß seit vielen Jahren nicht wiedergefundene, äußerst seltene Orchideen der Innsbrucker Umgebung, wie *Orchis pallens*, *Epipogium aphyllum*, *Spiranthes aestivalis* u. a., in der Nähe alter Fundstellen wieder zum Vorschein kamen.

Gymnigritella suaveolens (VILL.) G. CAMUS (*Nigritella nigra* × *Gymnadenia conopsea*): Häufig in den Largo-Almwiesen, oberste Weinschreiberrinne im Voldertal, Wattener Lizzum, Bärenalpe im Navis, Lichtsee bei Trins (Gschnitztal).

Leucotella micrantha (KERN.) SCHLECHTER (*Nigritella nigra* × *Leucorchis albida*): Auf den Felsbändern von Steinkasern gegen die Gwann im Voldertal.

Leucorchis albida (L.) RICH.: Kleinvolderberg beim Guggeler (950 m).

Epipogium aphyllum (SCHM.) SW.: Im Buchenwald beim Wurmbach-Ursprung, oberhalb der Arzlalpe gegen die Herzwiese (je eine Stelle [VII 1940]).

Spiranthes spiralis (L.) C. KOCH: Burenhofmahd bei der Mühlaierklamm am Weg zur Enzianhütte zahlreich, Mäher oberhalb der Zirlerklamm.

Spiranthes aestivalis (LAM.) RICH.: Am Rande eines Abzuggrabens zwischen Zirl und Flauring 3 Stück (VII 1940).

Dicotyledones

Dianthus deltoides L.: Tulfes gegen Voldertal, Poltental.

Dianthus superbis L. ssp. *speciosus* RCHB. f. *candidus* G. BECK: Arzlerheide unter dem Rechenhof (eine Stelle).

Silene acaulis L.: Weißblühend ober Steinkasern.

Anemone vernalis L.: Der bei DALLA TORRE (VI/2, S. 251) nicht näher angegebene tiefste Standort Tirols liegt bei 800 m hinter dem Ahrntal bei Patsch an der Brennerbahn, der zweitiefstgelegene in den Bergwiesen oberhalb des Neuwirts bei Ellbögen (1100 m).

Callianthemum coriandrifolium RCHB.: Fleckenartig zerstreute Vorkommen im ganzen Navisjoch-Glungezer-Zug: auf Felsgesimsen beim alten Bergwerksstollen an der Seekarspitze (Eisenkar-Hang), im Arbestal westlich vom Navisjoch, an den Felswänden der Lottergrube, mitten im Alpenrosengürtel oberhalb Steinkasern, Rosenjoch (auf dem ersten Felsrücken beim Aufstieg vom Mitter- zum Hochkar), vom Vieh verschleppt in Felsunterständen bei der Weinschreiber- und Pottacherrinne (1934) bei 1600 m, gleich unterhalb des Überganges vom Kreuzjoch im Arztal mit einem Einzelvorkommen von *Potentilla frigida* VILL.

Ranunculus glacialis L.: Beständige, sehr tiefgelegene Einzelvorkommen an Felsblöcken bei der Steinkasernalpe (2080 m), auf einer Rutschfläche unter der Saigesalpe im Sellrain bei 1800 m (1930 bis 1935 beobachtet).

Biscutella laevigata L.: Eine auffallend kleinblättrige Form vereinzelt im Phyllitgebiet des Suntiger im Voldertal.

Saxifraga Forsteri STEIN (*S. caesia* \times *mutata*): Mehrfach an den Felswänden der mittleren und unteren Thaurerklamm (800 bis 1200 m).

Saxifraga Regelii KERNER (*S. super-aizoides* \times *mutata*): In der unteren Mühlaierklamm.

Chrysosplenium alternifolium L.: Unter einem überrieselten Felsblock im Hochkar am Rosenjoch (2450 m), zahlreich bei Steinkasern (2300, 2080 m).

Dryas octopetala L.: Kalkfelswände ober der Stiftsalpe (1300 m).

Sorbus hybrida KOCH (*S. aria* \times *aucuparia*): Zwei Sträuchlein im unteren Halltal.

Ononis hircina JACQ.: Von Allerheiligen (Knappental) bis zum Rauschbrunnenweg (1100 m) verschleppt, Neuanlagen bei der Weiherburg. — Weißblühend: Knappental, Allerheiligenhöfe.

Lotus siliculosus L.: Wasserstube im Brunnental ober Mühlau, Thaurer Fischzuchtanstalt.

Astragalus australis (L.) LAM.: Felsgesimse im Arbetal (Navisjoch), ober der Lottergrube (2500 m).

Astragalus glycyphyllos L.: Am Langen Lähner in der Kranewitterklamm (1400 m).

Coronilla varia L.: Weißblühend bei Thaur, Absam, mehrfach in der Herzwiese. (Vorarlberg: Hinter Parthenen auf Steinhalden mit *Rosa pomifera* HERRMANN; 1932.)

Geranium columbinum L.: Lawinenbett östlich der Arzleralpe (1300 m).

Fumana vulgaris SPACH: Vereinzelt bei der Wasserstube im Brunnental ober Mühlau (1937).

Pleurospermum austriacum (L.) HOFFM.: Rote Mure bei der Vintlalpe (zwischen Legföhren mit *Viola pyrenaica* RAM.).

Vinca minor L.: Im Walde westlich oberhalb Ferneck, Vomperloch (hier als typische Buchenbegleitpflanze zweifellos ursprünglich), unter dem Garzanmahd (1250 m).

Rhododendron ferrugineum L. l. *albiflorum* THÜRLINGS: Vereinzelt im Vikartal gegen den Morgenkogel, Suntiger im Voldertal.

Rhododendron intermedium TAUSCH (*Rh. ferrugineum* \times *hirsutum*): Im Quarzphyllitgebiet der Tuxer Voralpen; Voldertal: Am Aufstieg zur LARGOZALPE zwischen Beständen der rostroten Alpenrose. Da *Rh. hirsutum* in den nördlichen Tuxer Voralpen gänzlich fehlt, ist es am wahrscheinlichsten, daß die Übertragung des Blütenstaubes von *Rh. hirs.* (oder des Samens von *Rh. interm.* durch den Wind) von den nächstgelegenen Alpenrosenvorkommen auf den gegenüberliegenden Karwendelhängen (Bettelwurf) über das Inntal hinweg erfolgte. Luftlinie bei 1700 m Höhe etwa 12 km. Patscherkofel-Nordhang: Mit *Rh. halense* GREMBL. (*Rh. super-ferrugineum* \times *hirsutum*), *Rh. hirsutiforme* GREMBL. (*Rh. super-hirsutum* \times *ferrugineum*) und *Rh. ferrugineum* L., aber ohne *Rh. hirsutum* L., bei 1100 m ober Sistrans unterhalb eines aufgelassenen Marmorsteinbruches, in dem noch vor etwa 100 Jahren eine Kalkeinlagerung im Quarzphyllit des Patscherkofels abgebaut wurde. Es ist durchaus möglich, daß auf dieser größtenteils abgetragenen Kalklinse früher *Rh. hirsutum* vorkam und die Bastardierung hier erfolgte. Eine alte, seither nicht wieder bestätigte Angabe von SCHÖPFER (1806, S. 118) von *Rh. hirsutum* am Patscherkofel könnte sich sehr gut auf diese Vorkommen (*Rh. hirsutiforme*, eventuell auch *Rh. hirsutum*) beziehen. Das Einzelvorkommen der rostroten Alpenrose ist das tiefstgelegene des Patscherkofels (am Windegger-Bichl ober dem Guggelbauerbauern noch tiefer bei 1000 m).

Calluna vulgaris (L.) HULL, weißblühend: Saiges im Sellrain.

Erica carnea L., weißblühend: Achselkopf, Kranewitterklamm, Zirlermähder.

Primula elatior (L.) SCHREB., mit choripetalen Blüten: Vill, Ahrntal.

Primula brevistyla DC. (*P. vulgaris* \times *veris*): Unter der Thaurer Schloßkapelle gegen die Schlucht; am Waldrand der Thaurer Schloßwiesen bei der Adolf Pichler-Quelle finden sich vereinzelt zahlreiche Kombinationen von *P. vulgaris*, *veris* und *elatior*, u. a. *P. anisiaca* STAPP (*super-vulgaris* \times *elatior*), *P. digenea* KERNER (*P. vulg.* \times *elatior*) und *P. Falkneriana* PORTA (*P. sub-vulg.* \times *elatior*).

Primula farinosa L.: Früher mit *Bellidiastrum Michelii* CASS. in einem Quellmoor der Peterbrünnlwiese, jetzt verbaut; weißblühend: Achselkopf, Sandgrube, Martinsberg, Höttingeralpe.

Primula hirsuta ALL.: Im Lanser Bächlein unter der Ellbögenerstraße auf einem Glimmerschieferblock (herabgeschwemmt bei 900 m); weißblühend im Vikartal, Stallsins-Felsgesimse im Voldertal. Hier regelmäßig im Herbst nochmals blühend.

Androsace alpina (L.) LAM.: An Felsblöcken bei der Steinkasernalpe im Voldertal (2080 m) beständig (seit 1925 beobachtet).

Soldanella alpina L.: Ober Volderwildbad gegen Markiß auf Quarzphyllitschutt vereinzelt.

Soldanella pusilla BAUMGARTEN, weißblühend: Navisjoch, Suntiger.

Gentiana asclepiadea L. nov. var. *striata* m (corolla albostriata lineis albis sinus corollae sequentibus). Durch Beobachtungen an erstmals blühenden Jungpflanzen konnte die Vererbung der weißen Streifen an den Falten der Blumenkrone festgestellt werden. Ein größerer Bestand östlich oberhalb Aldrans (seit 1926 alljährlich beobachtet).

Gentiana pneumonanthe L.: Amerlingboden bei der Enzianhütte (1300 m).

Gentiana cruciata L.: Neu angesiedelt in der Bärfall-Brandfläche unter dem Achselkopf, Thaurer Zunderkopf gegen Kaisersäule.

Gentiana tenella ROTTB.: Auf Amphibolit bei den Mohrenköpfen, Gamshag im Voldertal.

Gentiana verna L.: Mit vergißmeinnichtblauen Blüten: alljährlich bei der Thaurer Klamm; weißblühend: Garzanmahd, Klammeck, Burenhofmahd bei der Mühlauerklamm, Höttingeralpe; violettblühend: Gramartboden, Höttingeralpe, Thaurer Schloß, Kranewitten.

Gentiana aspera HEGETSCHW., weißblühend: Geröllhalden westlich der Herzwiese.

Brunella grandiflora (L.) JACQ., weißblühend: Höttingerbild, Herzwiese.

Calamintha alpina (L.) LAM., weißblühend: Höttingergraben, Sandestäl im Gschnitz, Obernberger Tribulaun.

Datura stramonium L.: Schutthalde bei Gärberbach (1930).

Pinguicula alpina L.: Rosenjoch gegen Steinkasern, Gwann, Suntiger auf Quarzphyllitfelsen mehrfach.

Pinguicula leptoceras RCHB.: Wasserstube im Brunnental ober Mühlau (800 m).

Sambucus ebulus L.: Silltal bei Patsch (Bahnhof), Hechenberg (1100 m).

Linnaea borealis L.: Vereinzelt noch am Eingang des Sellrainer Gleirschtales.

Valeriana Sternbergii BECK (*V. super-tripteris* \times *montana*): Mühlauerklamm gegen Wurbach-Ursprung, Langer Lähner in der Kranewitterklamm.

Valeriana ambigua (G. G.) BECK (*V. super-montana* \times *tripteris*): Kranewitterklamm (Langer Lähner), Zirlermäher.

Bellis perennis L. var. *tubulosa* KERNER: Mehrfach in der Arzlerheide, Höttingeralpe, Gnadenwald (St. Martin), Natters gegen Eichhof.

Bellidiastrum Michellii CASS.: Rosenjoch (Hochkar, 2500 m), auf den Eisendolomit-Felsrücken bei der Seekarspitze im Voldertal (2500 m).

Petasites Lorezianus BRUEGG. (*P. albus* \times *niveus*): Wurbach-Ursprung.

Echinops sphaerocephalus L.: Verwildert bei St. Quirin im Sellrain, mehrfach auch weißblühend (Stubaitalbahnhof, 1928 zuerst).

Centaurea maculosa LAM. ssp. *rhenana* BOR.: Eingebürgert entlang von Bahngeleisen bei Innsbruck: Allerheiligenhöfe, Patsch, Wattens (1932).

Crepis conyzifolia (GOUAN) DALLA TORRE: Amraser Schloß, Straße nach Aldrans (1940), beim Inn bei Ampaß, Volders (Wiesen beim Kolbenturm).

Cirsium hybridum KOCH (*C. oleraceum* \times *palustre*): Oberperfuß gegen Ranggen, Stiftsalpenwiesen im Voldertal, Tulferberg beim Norerbauern.

Cirsium Thomasii NAEGELI (*C. oleraceum* \times *spinosissimum*): Ehrenhauser Almwiesen im Voldertal.

Cirsium affine TAUSCH (*C. oleraceum* \times *heterophyllum*): Obernberg, Tulferberg, Stallsins.

Artemisia Verlotorum LAMOTTE: An der Brenner Bahn bei Matrei (1933), auf einer Schutthalde bei Wattens (1934).

Der Formenkreis der ostmärkischen *Viola* „*sepincola*“

Von

Heinrich Handel-Mazzetti †

Eine Anfrage, wie das schmalblättrige, duftende Innsbrucker Frühjahrsveilchen eigentlich zu bezeichnen sei, veranlaßte mich, diese Frage selbst zu studieren, da der Veilchenforscher WILHELM BECKER bekanntlich seine Ansichten darüber wiederholt geändert hat.

ANTON KERNER, der diese Pflanze bei Mühlau nächst Innsbruck entdeckte, hielt sie, wie in seinem Herbar zu ersehen ist, mit wesentlicher Hilfe seines Bruders JOSEF KERNER, für *Viola sepincola* JORD.

BECKER stellte zunächst in der Allg. Bot. Zeitschr., 1903, 116, die Merkmale von *V. sepincola*, *V. Beraudii*, *V. austriaca* und *V. cyanea* zusammen, davon aber nur jene der ersten nach der Originalbeschreibung, jene der zweiten aber nach den später von ihm als *V. Wolfiana* unterschiedenen Pflanzen. Er kam hier zu dem Ergebnis, daß alle nur eine Art darstellen und daß nur *V. cyanea* sich als Varietät halten läßt: *V. sepincola* var. *cyanea* (ČELAK.) W. BECK. (S. 117) mit „fast“ kahlen Kapseln.

Dazu ist gleich zu sagen, daß die Fruchtknoten und Kapseln der Prager Originalpflanze, wie auch Herr Dr. ERNST KORB (Wien) an den noch lebenden Originalbeständen feststellte, tatsächlich durchwegs vollständig kahl sind. Solche liegen aber auch von Kalksburg in Niederdonau vor, wo er vergeblich darnach suchte.

Im Jahre 1910 änderte BECKER in Beih. Bot. Centrbl., XXVI/2, 10 bis 16, seine Ansicht vollständig und stellte *V. sepincola*, *V. Wolfiana*, *V. austriaca*, *V. cyanea* und *V. suavis* als Arten nebeneinander. Diese letzte schaltete er später aus, da KUPFFER ihre Zugehörigkeit zu *V. odorata* erkannte, zu der er sie in KUSNEZOW, BUSCH und FOMIN, Fl. Cauc. crit., III/9, 179: 1909, überhaupt als Synonym zog. Die Gegenüberstellung der Artmerkmale in Blättern, Nebenblättern, Brakteolen und Kapseln (nur von *V. sepincola* wird der Sporn und von *V. cyanea* werden die Petalen beschrieben) wird zum guten Teil wieder aufgehoben durch die

gleichzeitige Aufstellung, bzw. Anerkennung der subsp. *glabrescens* von *V. sepincola*, var. *acuminatifolia* von *V. Wolfiana*, subsp. *weiherburgensis* von *V. austriaca* und var. *perfimbriata* mit f. *bosnana* und f. *istriaca* von *V. cyanea*.

BECKERS Behauptung (S. 13), A. KERNER habe später seine Tiroler Originalpflanze fälschlich mit niederösterreichischen Pflanzen identifiziert, ist entgegenzuhalten, daß *V. austriaca* von KERNER zuerst 1872 nur ohne Herkunftsangabe als nomen nudum in einer Liste von neuen Arten erwähnt wird, die demnächst veröffentlicht werden sollten. Erst die Angaben in Öst. Bot. Zeitschr., XXIV., 168: 1874, können zur Not als gültige Veröffentlichung angesehen werden. Hier wird der Name in erster Linie auf die aus Niederösterreich bis dahin als *V. suavis* angegebene Pflanze begründet, gleichzeitig allerdings bemerkt, daß dieselbe Pflanze in Südtirol und bis Vicenza und Pola häufiger sei. Wirklich beschrieben ist *V. austriaca* erst in Sched. Fl. exs. Austro-Hung., I., 13: 1881, in Verbindung mit der niederösterreichischen Pflanze. Nach BECKERS systematischer Auffassung der Gruppe ist daher *V. austriaca* identisch mit *V. cyana* var. *perfimbriata* BOBB.

In Beih. Bot. Centrbl., XXXVI/2, 18: 1918, stellt BECKER dann *V. pontica* als Ersatznamen für die früher von ihm für *V. suavis* gehaltene Pflanze auf. Hier behauptet er auch, daß *V. cyanea* hauptsächlich wegen des abwärts gebogenen Narbenschnabels aus der Gesamtart *V. sepincola* auszuschneiden sei. In Wirklichkeit aber ist der Narbenschnabel bei der südfranzösischen *V. sepincola*, bei *V. Wolfiana*, bei den Südtiroler und Innsbrucker Pflanzen und auch den behaarten aus Niederdonau in gleicher Weise herabgebogen. In seiner allerletzten Veröffentlichung in Nat. Pflzfam., 2. Aufl., XXI., 365: 1925, ist die Gruppe nicht klar dargelegt.

Bei der Nachprüfung der von BECKER verwendeten Merkmale an dem reichen, zum großen Teil nachträglich von ihm revidierten Wiener Material mußte ich nun folgendes feststellen: Die Nebenblätter der *V. Wolfiana* sind um nichts breiter, als jene der anderen Pflanzen, die untereinander auch nach seinen Beschreibungen keinen Unterschied erkennen lassen. So treffend KERNER die Kennzeichen der wenigen, ihm damals bekannten Exemplare erfaßte, so klar muß man heute erkennen, daß alle diese „Arten“ in den ihnen zugeschriebenen Gebieten in der Form und Behaarung gleichwertiger Blätter genau die gleiche Variationsweite zeigen. *V. Wolfiana* bekommt schmalere, spitzere Blätter in ihrer var. *acuminatifolia*. Die Innsbrucker Pflanze hat in BECKER, *Violae* exs., Nr. 80, auch breite und in KERNERSchen chasmogamen Exemplaren sogar nierenförmige Blätter. Man kann nur sagen, daß um Trient die schmalere Blätter häufiger sind, als die breiteren, und in Niederdonau umgekehrt. Auch bei Prager Pflanzen kommen sehr schmale Blätter vor. Bei Innsbruck wachsen nur stark behaarte Exemplare,

aber nicht stärker behaarte, als in allen anderen Gegenden auch vorkommen. Diese Spezialisierung ist an einem isolierten Reliktfundort verständlich, berechtigt aber nicht zur Unterscheidung der var. *pubescens* BCKR. 1905 = ssp. *weiherburgensis* BCKR. 1910, deren Früchte ebenfalls kraus-abstehend behaart sind, nicht anliegend, wie BECKER sagt. Dagegen mag es berechtigt sein, die kahlfrüchtige Form als var. *cyanea* zu unterscheiden. Ich schließe mich darin BECKER an, denn die Begriffe „kahl“ und „behaart“ sind nicht von persönlichem Urteil abhängig, wie die Erfassung und Kennzeichnung von Blattformen.

Wie die Blattform, sind auch Blütengröße und Spornform bei allen diesen Pflanzen gleichfalls, aber in viel geringerer Weise veränderlich. In der letzten weicht nur *V. sepincola* ab, wie ich gleich behandeln werde. Mit der Blütenfarbe der lebenden Pflanze war ich vor langen Jahren in Niederösterreich vertraut, nicht aber in anderen Gebieten. Aus den Literaturangaben sind keine Verschiedenheiten zu erkennen, und auch BECKER nimmt keine an.

Unter allen Artnamen für die hier behandelten Pflanzen ist der älteste *Viola sepincola* JORD. 1849. BECKER nennt so seine Gesamtart und unter ihr eine auf Südfrankreich und Spanien beschränkte Art. Ich habe aber schwere Bedenken, diese mit unserer Art zu identifizieren, die durch die Zusammenziehung von *V. Wolfiana*, *V. austriaca* und *V. cyanea* wiederhergestellt werden muß. Ein Original habe ich nicht gesehen, aber JORDAN beschreibt seine Pflanze als nur leicht duftend oder oft fast geruchlos, mit leicht gekrümmtem und nur stumpflichem („un peu obtus“) oder spitzem Sporn. Unsere Pflanze duftet mehr oder weniger stark und der Sporn ist immer breit sackförmig, gerade, höchstens an der Oberseite etwas gefördert, aber gerundet. Nur als Mißbildungen kommen Spornanhängsel vor, so bei einem Exemplar vom Bisamberg bei Wien (JANCHEN), an drei Blüten eines Wurzelkopfes bis 3 mm lange an der Unterseite des Spornendes, an der Blüte eines anderen Kopfes desselben Exemplars aber keines. Bei *V. sepincola* und allen von BECKER als Synonyme dazu gestellten Arten aber ist der Sporn meist dünner, oft absolut länger und geht oberseits meist in ein oft sogar hakig zurückgekrümmtes Spitzchen aus; nur in einer Aufsammlung mit 7 blühenden Exemplaren aus den Cottischen Alpen (ROSTAN: Universität Wien) fehlt dieses Spitzchen, auf das der Sammler auf der Etikette hinweist, bei 3 Exemplaren vollständig. Dasselbe Spornspitzchen zeigen von BECKER als *V. adriatica* FREYN bestimmte Exemplare von Triest und Ragusa, auf die ich ebenso wie auf *V. pontica* aus Mangel an Material und Zeit nicht eingehen kann.

Der nächstälteste Name ist *Viola Beraudii* BOR. 1857. Er wird von BECKER als Synonym unter *V. cyanea* geführt statt umgekehrt. *V. sepincola* und *V. Beraudii* werden von BOREAU nebeneinander aus-

führlieh beschrieben. Es entspricht den Regeln und der schon vor BECKER von GREMLI vorgenommenen Gleichstellung, zu schreiben:

Viola Beraudii BOR. — Syn.: *V. austriaca* A. et J. KERN., W. BECKER in Beih. Bot. Centrbl., XXVI/2, cum. syn. — *V. a.* ssp. *weiherburgensis* W. BCKR., l. c., cum syn. — *V. Wolfiana* W. BCKR., l. c., 12 cum syn. — *V. W.* var. *acuminatifolia* W. BCKR., l. c., 13. — *V. cyanea* W. BCKR., l. c., 15, p. p., cum syn., non ČELAK. — *V. c.* var. *perfimbriata* BOBB. — — var. *cyanea* (ČELAK.) HAND.-MZZ., comb. nova. — Syn. *V. cyanea* ČELAK., BECKER, l. c., p. p. — *V. sepincola* var. *cyanea* (ČELAK.) W. BCKR.

Beitrag zur Entwicklungsgeschichte und Morphologie der Protococcale *Trochiscia granulata*

Von

Liese Tschermak (Wien)

(Mit 3 Textabbildungen)

Seit den Angaben von REINSCH (1886) wurde *Trochiscia granulata* (REINSCH) HANSGIRG (= *Acanthococcus granulatus* REINSCH) nicht genauer untersucht. Andererseits stellte BRUNNTHALER in PASCHERS Süßwasserflora die ganze Gattung als sehr fraglich hin. Deshalb und wegen ihres interessanten Formwechsels soll hier eine nähere entwicklungsgeschichtliche und morphologische Beschreibung dieser Art gegeben werden. Auch PRINTZ (1920) gibt für seine var. *aërophila*, die sich übrigens in einigen wesentlichen Merkmalen von der hier geschilderten Alge unterscheidet, offenbar keine vollständige Beschreibung. In seiner Bearbeitung der Chlorophyceen in ENGLER u. PRANTL ist auch er der Ansicht, daß viele zu *Trochiscia* gerechnete Arten keine Selbständigkeit besitzen: er betont, daß die ganze Gattung neu bearbeitet werden sollte.

Das vorliegende Algenmaterial stammt aus einer Quelle in der Nähe des Lunzer Obersees; es wurde im September und Oktober 1940 gesammelt und untersucht¹. Die Alge befand sich teils frei auf verschiedenen Wasser-Verrucariaceen, besonders dicht auf *Polyblastia amota*, teils vom Pilz umschlungen als Gonidie dieser Flechte. ZSCHACKE gibt für die Gattung *Polyblastia* *Protococcus*-ähnliche Algen an, was somit für *Polyblastia amota* nicht zutrifft. Daß es sich sowohl bei der Gonidie als auch bei den frei vorkommenden Algen tatsächlich um die gleiche Art handelt, geht aus der Entwicklungsgeschichte hervor; daß die Alge *Trochiscia granulata* ist, ergibt sich aus der Übereinstimmung ihrer auffallenden Morphologie mit der Diagnose. Es handelt sich in diesem Fall um einen bisher noch nicht beschriebenen Typus von Gonidienalgen².

¹ Für die Beschaffung von Material danke ich Herrn SEPP AIGNER, dem Laboranten der Biologischen Station Lunz.

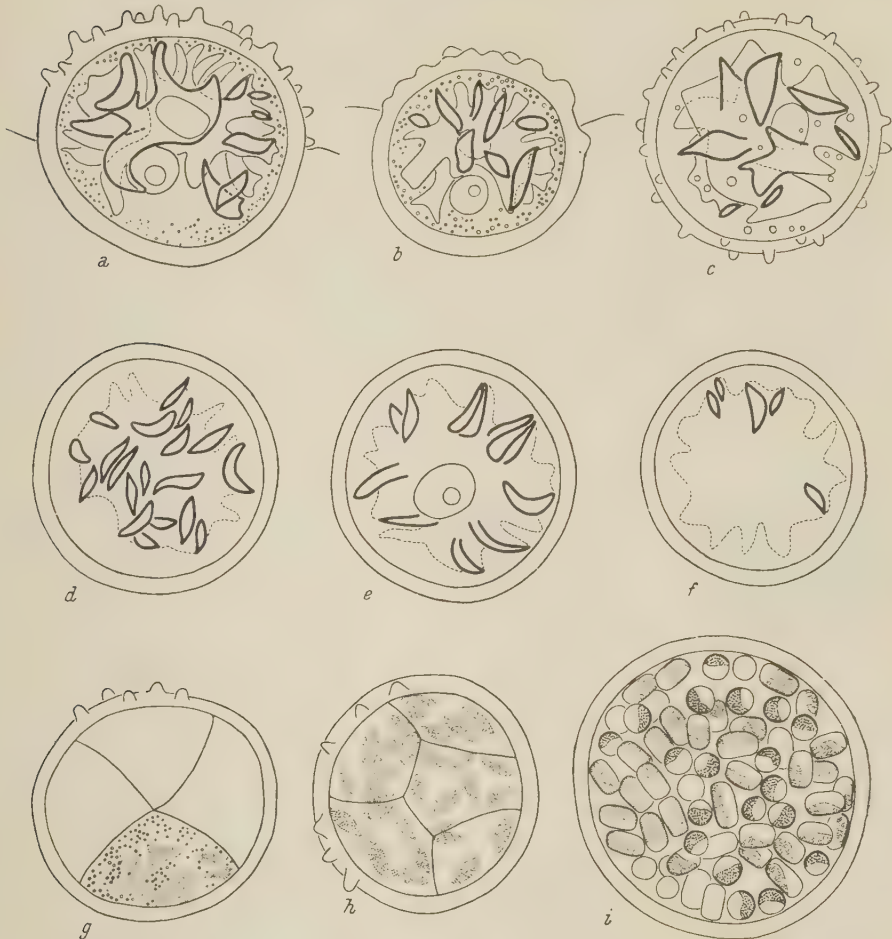
² Auf besondere nur im Thallus vorkommende Eigentümlichkeiten soll an anderer Stelle eingegangen werden. Die Feststellungen über die Ent-

Die Gemeinschaft von Pilz und Alge ist bei *Polyblastia amota* ziemlich lose. Auch aus dem Umstand, daß sich wahrscheinlich aus dieser Flechte hervorgegangene, aber völlig pilzfreie Kolonien von *Trochiscia granulata* auf anderen Flechten finden, muß man auf große Selbständigkeit der Alge schließen. Auf Grund dessen kann man mit größter Wahrscheinlichkeit annehmen, daß hinsichtlich der Morphologie zwischen freigewordenen und dauernd freilebenden Algen kein Unterschied besteht und daß auch hinsichtlich der Physiologie keine tiefgreifenden Veränderungen im Flechtenthallus vor sich gegangen sein dürften.

Auffallend an *Trochiscia granulata* ist die Tatsache, daß es zwei Arten der vegetativen Entwicklung und damit verbunden sehr starke Schwankungen der Zellgröße gibt. Man findet zu gewissen Zeitpunkten auf den Flechtenthalli oder bis zur Hälfte in diese eingesenkt kugelförmige, manchmal etwas unregelmäßig gestaltete, durchschnittlich bis $35\ \mu$, höchstens bis $56\ \mu$ große Zellen, deren Membran sehr dick (bis $4\ \mu$) und geschichtet ist. An der von der Unterlage abgekehrten Seite ist die Membran, die neben wenig Zellulose reichlichst Pektin enthält, mit mehr oder weniger regelmäßigen, leicht zerfließenden Warzen besetzt (Abb. 1, *a*, *b*). PRINTZ (1920) gibt für var. *aërophila* einen Durchmesser von durchschnittlich 10 bis $20\ \mu$ an. Er bemerkte an manchen Zellen Reduktion der Warzen auf einer Seite, was von der Orientierung der Zellen in bezug auf die Unterlage herrühren soll. In Übereinstimmung mit den Beobachtungen von PRINTZ konnte auch an der Hauptform festgestellt werden, daß an jungen Zellen dieses Entwicklungstypus die Warzen fehlen können oder nur als Unregelmäßigkeiten der Membran erkennbar sind (Abb. 3, *g* bis *i*). Bei den dauernd klein bleibenden Zellen des zweiten Typus (Durchmesser 4 bis $6\ \mu$, höchstens $11\ \mu$), deren Entwicklung weiter unten geschildert werden soll, ist die Membran stets völlig einheitlich und glatt (Abb. 3, *a* bis *d*); es ist dann auch nicht ohne weiteres möglich, diese Algen als der Gattung *Trochiscia* angehörig zu erkennen.

Ebenso wie in den Ausmaßen der Zellen herrschen — zumindest dem ersten Anschein nach — große Unterschiede im Bau des Chromatophors. PRINTZ (1920) gibt (allerdings auf Grund von Untersuchungen an konserviertem Material) für var. *aërophila* einen parietalen, glockenförmigen

wicklung von *Tr. granulata* ergaben sich aus Untersuchungen während meiner noch im Gange befindlichen Dissertationsarbeit über Flechtensymbiose; da im Rahmen dieser Arbeit auf Einzelfragen bezüglich der Gonidien nicht eingegangen werden kann, soll dies für *Trochiscia granulata* hier geschehen. Die Untersuchungen wurden im Botanischen Institut der Universität Wien und in der Biologischen Station Lunz unter Anleitung von Prof. Dr. LOTHAR GEITLER durchgeführt. Für Anregung und tatkräftige Hilfe danke ich Herrn Prof. GEITLER bestens.

Abb. 1. *Trochiscia granulata*

a, b erwachsene Zellen im Profil, freie Membranoberfläche mit Warzen besetzt, die bei *b* schon zerfließen; höhere Lappen des Chromatophors durch dickere Linien angedeutet; auf der vom Licht abgekehrten Seite Ausschnitt im Chromatophor, in dem der Kern liegt; an der Peripherie Öltröpfchen. *c* junge Zelle in der Aufsicht, stärker vergrößert, Chromatophor noch verhältnismäßig kompakt. *d, e, f* optische Schnitte durch eine Zelle: *d* Chromatophor bei hoher Einstellung, zahlreiche Lappen, *e* Schnitt ungefähr im unteren Drittel des Zelldurchmessers (zeigt den Kern in dem von Chromatophorenlappen gebildeten Hohlraum), *f* Chromatophor bei tiefer Einstellung, nur wenige Lappen ausgebildet. *g, h, i* Stadien der sukzedanen Autosporenbildung: *g* Chromatophoren nur in einem Sektor eingezeichnet, Warzen (nur angedeutet) noch vorhanden und regelmäßig gestaltet; *h* Teilung des Plasmas schon weiter fortgeschritten als bei *g*, die Warzen beginnen zu verschleimen; *i* zylindrische Autosporen bereits ausgebildet, Warzen vollständig verschleimt, Membran bereits verhältnismäßig dünn. — Vergrößerung mit Ausnahme von *c* 1070fach, *c* ungefähr 1700fach

Chromatophor ohne Pyrenoid an, der das ganze Innere der Wand bedeckt. Falls diese Beobachtung zutreffen sollte, bestünde in diesem Punkt ein wesentlicher Unterschied im Vergleich zur Hauptform. Denn diese zeigt in den großen, mit Warzen besetzten Zellen einen zentralen, dreidimensional gebauten, ungefähr sternförmigen Chromatophor mit Pyrenoid, ähnlich dem von *Cystococcus humicola* (sensu lato). Doch sind die Lappen bei *Trochiscia granulata* viel tiefer eingeschnitten und wesentlich unregelmäßiger als bei *Cystococcus* und bei maximaler Entwicklung stark in verschiedenen Richtungen hin und her gewunden. Sehr auffallend ist auch der fast bis zur Zellmitte reichende, große Ausschnitt, in dem der Kern liegt (in Abb. 1, *a, b* im Profil, in *d* bis *f* im optischen Schnitt sichtbar). Dieser Ausschnitt hat nicht nur eben der Kerngröße ent-

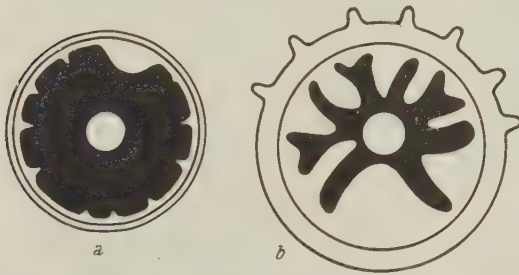


Abb. 2. Schema des Zellbaues von *Cystococcus* (*a*) und *Trochiscia granulata* (*b*)

sprechende Ausmaße (wie bei *Cystococcus*), sondern ist zumindest in erwachsenen Zellen bedeutend größer als der Kern. Dieser liegt auch nicht peripher, sondern nach innen gerückt und manchmal fast im Zentrum der Zelle. Bei zahlreichen Untersuchungen zeigte es sich, daß sich der Ausschnitt

stets auf der der Unterlage zugekehrten Seite des Chromatophors befindet (Abb. 1, *a, b*). Die Lappen sind dort viel spärlicher und weniger zerteilt als auf der entgegengesetzten, dem Licht zugewendeten Seite. Es besteht also eine deutliche Polarität der Zelle in bezug auf den Bau des Chromatophors und die Lage des Kerns; äußerlich drückt sie sich ja auch in der einseitigen Ausbildung der Membranwarzen aus.

Im Gegensatz hierzu konnte bei *Cystococcus* keinerlei Orientierung zum Licht beobachtet werden. Der Kern liegt hier an einer beliebigen Stelle der Peripherie und wird durch den Chromatophor ganz dicht an die Zellwand geschoben. Seine Gestalt ist dementsprechend linsenförmig, der Ausschnitt im Chromatophor entspricht eben nur der Kerngröße und reicht höchstens bis zu einem Fünftel des Durchmessers ins Innere der Zelle. Man kann also den Chromatophor von *Cystococcus* als typisch sternförmig, den von *Trochiscia granulata* als unregelmäßig sternförmig mit glockenförmigem Ausschnitt bezeichnen. Abb. 2 soll den Gegensatz zwischen diesen beiden Chromatophorentypen schematisch darstellen. Der Chromatophor von *Trochiscia granulata* ist also nicht unmittelbar mit dem von *Cystococcus* vergleichbar, da er sich von ihm durch die Polarisierung unterscheidet. Dies drückt sich ja auch in seinem ungewohnten Formwechsel aus (siehe weiter unten).

Je älter die Zellen sind, desto feiner zerteilt werden die Lappen des Chromatophors. Das Pyrenoid tritt dann nicht immer deutlich hervor: es läßt sich aber in jüngeren Stadien häufig leicht erkennen oder später durch Färbung mit Jod nachweisen. Schließlich erfolgt im Zusammen-

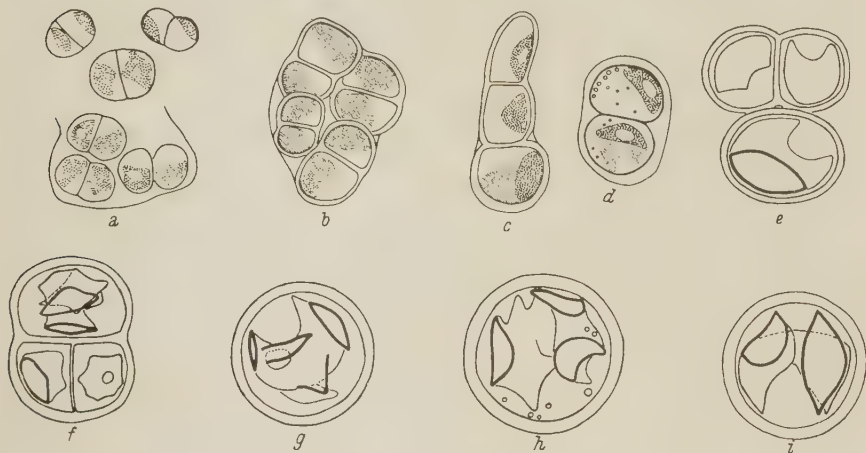


Abb. 3. *Trochiscia granulata*

a kleine, zweigeteilte Zellen mit scheinbar parietalen, plattenförmigen Chromatophoren. *b* körperhaft gebaute Kolonie. *c* kurzer Faden. *d* endogene Zweiteilung, außen verschleimte Membran der Mutterzelle; Membran der Tochterzelle dünn (durch eine einfache Linie angedeutet). *e*, *f* Entstehung junger Sporangien unter Abrundung der Zellen (*e*) und zunehmende Zerteilung des Chromatophors (*f*). *g* bis *i* junge Sporangien mit verschieden gestalteten Chromatophoren, Warzen noch nicht ausgebildet. — Vergrößerung *a* bis *d* 1070fach, *e* bis *i* ungefähr 1800fach

hang mit der Autosporenbildung unter Auflösung des Pyrenoids Teilung des Chromatophors in zahlreiche, ungefähr spindelförmige Stücke (Abb. 1, *g*, *h*).

Die Autosporenbildung erfolgt in Übereinstimmung mit der Diagnose sukzedan. Die Teilungsschritte gehen häufig nicht vollständig regelmäßig vor sich, so daß die Zahl der Autosporen wahrscheinlich nicht immer eine Potenz von zwei beträgt. Sie läßt sich infolge ihrer Höhe nicht genau ermitteln, dürfte aber über 200 liegen; so wurden z. B. in dem großen Sporangium der Abb. 1, *i* in einer Ebene 63 Autosporen gezählt. Wie aus dieser Abbildung hervorgeht, ist ihre Gestalt nicht kugelförmig, wie es die Regel bei ähnlichen Protocecalen ist, sondern unregelmäßig zylindrisch (Höhe 4 bis 6 μ , Durchmesser 3 bis 3,5 μ). Vielleicht ist dies ein Anklang an die Betonung einer Längsachse bei den Zoosporen, von welchen sich die Autosporen ja allgemein ableiten. Die

Autosporen werden durch Verschleimen der Membran der Mutterzelle frei. Es wurde Zerfließen der Warzen, Abnahme der Membrandicke und schließlich vollständige Verquellung der Membran der Sporangien beobachtet. Bei var. *aërophila* treten die Autosporen nach PRINTZ (1920) durch ein Loch aus. Als Stütze für diese Feststellung führt PRINTZ das Vorhandensein leerer Membranen von Autosporangien an. Solche fanden sich ab und zu auch in meinem Material, doch dürfte der Inhalt in diesen Fällen nicht natürlich, sondern infolge von Verletzung ausgetreten oder durch andere Umstände zu Grunde gegangen sein.

Auffallenderweise können sich die Tochterzellen, ohne nennenswert heranzuwachsen, durch lebhafte Zweiteilung vermehren (Abb. 3, *a*), entwickeln sich also nicht durch Wachstum unmittelbar zu großen Sporangien, wie es bei Protococcalen die Regel ist, sondern bleiben klein (Typus 2). Da diese vegetative Zweiteilung, wie üblich, endogen vor sich geht, besteht allerdings kein grundsätzlicher Unterschied gegenüber der Autosporenbildung, es entstehen in diesem Fall gewissermaßen eben nur zwei Autosporen in entsprechend kleinen Sporangien (Abb. 3, *d*). Immerhin ist es auffallend, daß bei den freilebenden Individuen diese Art der Teilung zumindest eine Zeitlang fortgeführt wird; bei den in den Flechtenthallus aufgenommenen Gonidien bleibt sie normalerweise auf die Dauer erhalten. Unter Verschleimung der Membran, die übrigens reicher an Zellulose ist als die der Sporangien, und Teilung in ein, zwei oder drei Richtungen können in diesem Entwicklungsstadium kurze Fäden (bis zu 4 Zellen lang), Zellflächen oder körperhafte Gebilde entstehen; letzteres ist häufiger (Abb. 3, *a* bis *d*).

Der Chromatophor erweckt in diesen kleinen Zellen und ebenso in den etwas größeren, meist verfetteten Zellen des Flechtenthallus den Anschein einer parietalen Platte (Abb. 3, *a*, *b*), wodurch das Erkennen der Zugehörigkeit dieser Zellen zu *Trochiscia granulata*, wie ja auch infolge der schon geschilderten Ausbildung einer völlig glatten Membran, erschwert wird. Bei näherem Zusehen bemerkt man aber, daß der Chromatophor auch hier körperhaft gebaut ist und manchmal kleine Lappen ausbildet (Abb. 3, *c*, *d*). Dieses Verhalten ist insofern nicht auffallend, als auch bei anderen Gattungen mit regelmäßig sternförmigem Chromatophor, beispielsweise bei *Cystococcus*, in den Autosporen die Zerteilung zurücktritt, offenbar deshalb, weil unter einer gewissen Größe eine so weitgehende Gliederung nicht möglich ist.

An der Oberfläche der freilebenden, paketförmigen Kolonien, in denen die Zellen mehr oder weniger gegeneinander abgeplattet sind, entstehen durch Abrundung, allseitige Verdickung der Membran und Heranzuwachsen wieder die oben geschilderten Autosporangien (Abb. 3, *e* bis *i*). Ob man die Sporangienbildung oder die Zweiteilung als die Hauptphase der Entwicklung bezeichnen soll, ist schwer zu entscheiden. Meines Er-

achtens ist sie unter den gegebenen Beobachtungsbedingungen eher in der kleinzelligen Form verwirklicht, da die Menge der Autosporangien im vorliegenden Material immer geringer als die der zweigeteilten Zellen war und manchmal fast ganz zurücktrat. Immerhin kann diese Erscheinung auf der Einwirkung des Flechtenpilzes beruhen, der in ältere Kolonien stets lebhaft hineinwächst und so die Algen in den Flechtenthallus mit einbezieht, wo normalerweise keine Autosporangien auftreten: nur unter besonderen Umständen, z. B. bei Verletzung und Regeneration, kommt es zu spärlicher Autosporenbildung in mittelgroßen glattwandigen Zellen. Bei dauernd pilzfreiem Wachstum und unter anderen Außenbedingungen können sich die beiden Entwicklungsphasen vermutlich verschieben.

Zusammenfassend ergibt sich als für den Formwechsel von *Trochiscia granulata* bezeichnend die zweifache Entwicklungsmöglichkeit der Autosporen: sie können unter Wachstum unmittelbar zu großen Sporangien werden, die dann zahlreiche Autosporen liefern, oder sie können ohne nennenswertes Wachstum sich wiederholt zweiteilen; im Flechtenthallus wächst die Alge typisch unter dauernder Zweiteilung. Der eigentümlich gebaute Chromatophor zeigt entsprechend den bedeutenden Größenunterschieden auffallende Formveränderungen. Die Morphologie der Zelle ist durch deutliche Polarisierung gekennzeichnet, die zum Teil offenbar durch das Licht induziert wird, zum Teil aber auch im Bau des Chromatophors begründet ist.

Schriftenverzeichnis

- Brunnthaler, J.**, *Chlorophyceae* II, in A. PASCHER, die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, Heft 5. 1925.
- Hansgirg, A.**, Über die Süßwasseralgen-Gattungen *Trochiscia* Ktz. usw. Hedwigia, Bd. 27, S. 128. 1888.
- Printz, H.**, *Chlorophyceae*, in ENGLER u. PRANTL, Die natürlichen Pflanzenfamilien, 2. Aufl., Bd. 3. 1927.
- Subaërial *Algae* from Southafrica. Det Kgl. Norske Videnskabers Skrifter, 1920, Nr. 1.
- Reinsch, P. H.**, Über das Palmellaceengenus *Acanthococcus*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. IV. 1886.
- Zschacke, H.**, *Epigloeaceae, Verrucariaceae* und *Dermatocarpaceae*, in RABENHORST, Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, 2. Aufl., Bd. IX, I. Abt., I. Teil. 1934.

Besprechungen

Bertsch K., Geschichte des deutschen Waldes. Gr.-8°. 120 S., mit 89 Textabb. Jena: G. Fischer, 1940. — Brosch. RM 5,—, geb. RM 6,50.

Das vorliegende Buch ist gewissermaßen eine zweite, wesentlich erweiterte Auflage des im Jahre 1935 vom selben Verfasser erschienenen BÜCHLEINS „Der deutsche Wald im Wechsel der Zeiten“. Seit dem Erscheinen dieses früheren Werkes sind über 150 einschlägige Schriften erschienen, die der Verfasser für sein neues Buch mit berücksichtigen konnte. Wegen des älteren pollenanalytischen Schrifttums verweist er auf die vollständigen Verzeichnisse bei G. ERDTMAN und H. GAMS, zu denen er nur Ergänzungen (33 Nummern) gibt. Obwohl die Pollenanalyse erst eine sehr junge Forschungsrichtung ist, hat doch das einschlägige Schrifttum bereits einen derartigen Umfang angenommen, daß kaum mehr ein Spezialforscher es ganz überblicken kann. Um so mehr muß man dem Verfasser dankbar sein, daß er die wichtigsten Ergebnisse, soweit sie sich auf Deutschland und seine Nachbarländer beziehen, in einem kurzen, angenehm lesbaren und didaktisch gut aufgebauten Buche zusammengefaßt und dadurch auch Fernerstehenden leicht zugänglich gemacht hat. Die zahlreichen Karten (über Verbreitung, Verbreitungsänderungen, Wanderwege, Waldzusammensetzungen usw.) und sonstigen graphischen Darstellungen tragen viel zur Anschaulichkeit bei.

Die Gliederung des Stoffes ist folgende: I. Einführung (S. 1—4). II. Die Waldgeschichte (S. 5—64; Das Blütenstaubdiagramm des Federseerieds; Die Waldformen der vorgeschichtlichen Zeitabschnitte; Das Durchschnittsdiagramm von Oberschwaben; Die übereinstimmenden Züge der deutschen Waldentwicklung; Europa in der letzten Eiszeit; Die einzelnen Bäume: Weißbirke, Kiefer, Haselstrauch, Eichenmischwald, Fichte, Tanne, Rotbuche, Weißbuche, Erle, die übrigen Bäume und Gehölze). III. Die Klimageschichte (S. 65—102; Die Sonnenstrahlung seit der Eiszeit; Die Wärmezunahme in der älteren Nacheiszeit; Die Wärmeabnahme in der jüngeren Nacheiszeit; Der Übergang vom Landklima zum Seeklima). IV. Waldkarten der verschiedenen vorgeschichtlichen Zeitabschnitte (S. 102—109; Die Wälder der älteren Kiefernzeit; Die Wälder der jüngeren Kiefernzeit; Die Wälder der Haselzeit [Mittelsteinzeit]; Die Wälder der Eichenmischwaldzeit [Jungsteinzeit]; Die Wälder am Ende der Bronzezeit; Die Wälder zu Beginn der geschichtlichen Zeit). V. Wald- und Klimaänderungen in ihren Beziehungen zu den vorgeschichtlichen Menschen (S. 109—112). Schrifttum (S. 113—120).

E. JANCHEN (Wien)

Chronica Botanica. The International Plant Science Newsmagazine. Rundschau für die gesamte Pflanzenforschung. Herausgegeben von FRANS VERDOORN, in Zusammenarbeit mit einem Ratgeberausschuß und Mitherausgebern. Vol. VI, Nr. 1, 2 und 3: 7. X., 21. X. und 4. XI. 1940. Anschrift des Herausgebers: P. O. Box 151, Waltham, Mass., U. S. A. Vertreter für Deutschland: R. Friedländer u. Sohn, Berlin NW 7, Karlstraße 11. — Erscheint vierzehntägig. Jedes Heft hat einen Umfang von 24 Seiten. — Preis des Bandes \$ 7,50, Preis einzelner Hefte \$ 0,40.

Die Umgestaltung der „Chronica Botanica“ wurde bereits in Bd. 89 (Jahrg. 1939) der Österr. Botan. Zeitschrift (S. 63/64) angekündigt. Durch die Übersiedlung des Herausgebers von Holland nach Nordamerika hat sich das Erscheinen des ersten Heftes, das für Jänner 1940 in Aussicht genommen war, verzögert. Anlage und Einteilung der Zeitschrift ist nahezu genau die gleiche wie damals angegeben wurde. Die Beiträge sind zum größten Teil in englischer Sprache, nicht wenige aber auch in deutscher Sprache, einzelne in italienischer, französischer und spanischer Sprache verfaßt.

E. JANCHEN (Wien)

Friedrich, K., Untersuchungen zur Ökologie der höheren Pilze. („Pflanzenforschung“, herausgeb. v. R. KOLKWITZ, Heft 22.) Gr.-8°. 52 S., mit 2 Textabb. Jena: G. Fischer, 1940. — RM 3,—.

Der Verfasser macht in seiner Arbeit den Versuch, durch die Beobachtung der Wirkung einzelner Standortsfaktoren auf das Pilzgedeihen zu einem Verständnis der Abhängigkeit bestimmter Pilzaspekte vom Gesamtklima zu gelangen. Wenn auch die Pilzökologie nur auf die Beobachtung der aus der Erde hervortretenden Fruchtkörper der Pilze angewiesen ist, so geben diese Fruchtkörper doch wertvollen Aufschluß über den allgemeinen Lebenszustand der Pilze. Bodenwasser und Luftfeuchtigkeit, Windverhältnisse, Temperatur und Licht sind neben der Zusammensetzung des Bodens, bzw. der Waldart, in der die Pilze leben, für ihr Wachstum ausschlaggebende Standortsfaktoren.

Die verschiedenen Umweltbedingungen lassen immer nur eine bestimmte Artenzusammenstellung zum Fruchten gelangen und es ist mehrjährige Beobachtung nötig, um die ganze, in einem gegebenen Boden vorhandene Großpilzflora kennenzulernen. Die Pilzaspekte können in meteorologisch unterschiedlich gearteten gleichen Monaten aufeinanderfolgender Jahre stark voneinander verschieden sein. In einem kalten und feuchten Herbst gelangen z. B. nur typische kältetrotzende Formen zur Entwicklung, bzw. das Pilzvorkommen ist der Hauptsache nach auf klimatisch begünstigte, engumgrenzte Stellen, auf „Pilzoasen“ beschränkt.

Pilzaufsammlungen im Gebirge lassen ferner die Gebundenheit mancher Pilzarten an bestimmte Höhenlagen erkennen.

R. BIEBL (Wien)

Gams H., Kleine Kryptogamenflora von Mitteleuropa. Band I: **Die Moos- und Farnpflanzen (Archegoniaten).** Taschenformat (11 × 20 cm). IV und 184 S., mit 184 Textabb. Jena: G. Fischer, 1940. — Brosch. RM 9,—, geb. RM 10,50.

Das vorliegende Werk entstand aus dem Bedürfnis nach einer handlichen und zugleich billigen Kryptogamenflora, kürzer und billiger als die bekannten Werke von RABENHORST, MIGULA, PASCHER und LINDAU, aber doch wesentlich mehr bietend als nur eine Auswahl häufigerer Arten. Mit Ausnahme weniger sehr seltener, schwer unterscheidbarer oder unsicher abgegrenzter Arten wurden alle in Großdeutschland, den Südalpen und der Schweiz wildwachsenden Arten in das Buch aufgenommen. Großes Gewicht gelegt wurde auf einwandfreie Nomenklatur (unter Beifügung der wichtigsten Synonyme) und auf Angaben über Standort und Verbreitung.

Für die Moose werden zunächst zwei getrennte, rein künstliche Schlüssel nach dem Sporophyten (der Mooskapsel, S. 3—11) und nach dem Gametophyten (der Moospflanze, S. 11—23) gegeben. Darauf folgen Artenschlüssel für die Lebermoose (S. 23—62) und für die Laubmoose (S. 63—166). Gegen-

über den Moosen treten die Farnpflanzen — schon zufolge ihrer geringen Artenzahl — stark zurück (S. 167—180).

Bei den Filicinen fällt auf, daß von *Dryopteris* (= *Nephrodium*) die kleinen Gattungen *Thelypteris*, *Phegopteris* und *Gymnocarpium* (d. i. *Phegopteris dryopteris* und *Ph. Robertiana*) abgetrennt werden, was sicher manches für sich hat. (*Notholaena Marantae* wächst nicht nur auf Porphyry- und Serpentin schutt, sondern auch ausgesprochen an Serpentin felsen.) Bei den *Equisetum*-Arten wäre es zweckmäßig gewesen, durch genauere Beschreibung der vegetativen Merkmale auch eine sichere Bestimmung im nicht-fruchtenden Zustand zu ermöglichen, was besonders bei der Unterscheidung von *Equisetum arvense* und *E. palustre* auch praktische Bedeutung hat. (Für letztgenannte Art werden „mattgrüne“ Scheiden angegeben; daß die Zähne dieser Scheiden schwarz mit weißem Hautrand sind, wird zwar abgebildet, aber im Text nicht erwähnt.) Die zahlreichen Textbilder (schwarze Strichätzungen) sind im allgemeinen sauber ausgeführt und ergänzen die Beschreibungen in sehr willkommener Weise (nur histologische Einzelheiten erscheinen mitunter etwas roh). Selbstverständlich werden bei den Moosen auch mikroskopische Merkmale zur Unterscheidung mit herangezogen. Im ganzen macht das Buch einen sehr guten Eindruck und es wird gewiß sich selbst und der Mooskunde viele Freunde erwerben. E. JANCHEN (Wien)

Hämmerling, J., Fortpflanzung im Tier- und Pflanzenreich. (Sammlung Götschen, Nr. 1138.) Kl.-8°. 131 S., mit 101 Textabb. Berlin: Walter de Gruyter & Co., 1940. — Geb. RM 1,62.

Das Büchlein ist eine kurze, aber in allem Wesentlichen erschöpfende Darstellung des Stoffes unter Berücksichtigung der neuesten Forschungsergebnisse. Sie gliedert sich in zwei Hauptabschnitte, die Morphologie und die Physiologie der Fortpflanzung. Im 1. Hauptabschnitt wird nach einer kurzen Behandlung der Kern- und Zellteilung als Grundphänomene der Fortpflanzung die ungeschlechtliche Fortpflanzung, die geschlechtliche Fortpflanzung und der Kernphasen- und Generationswechsel besprochen. Im 2. Hauptabschnitt ist die Physiologie der Kern- und Zellteilung, die Physiologie des Befruchtungsvorganges und die Physiologie des Fortpflanzungswechsels behandelt. Die erst vor kurzem näher erforschten chemisch-physiologischen Zusammenhänge werden erstmalig für einen weiteren Leserkreis in übersichtlicher Form wiedergegeben. Hier wie an anderen Stellen ist die einfache und klare Darstellung besonders zu begrüßen. Der Botaniker hat auf einige Versehen hinzuweisen, die in einer späteren Auflage zu verbessern wären: S. 90, Mikrosporangien = Pollenmutterzellen; S. 93, Makrospore = Embryosack; S. 95, Same = Endosperm + Embryo. Im ganzen ist das Bändchen die beste Einführung in das Gebiet, die es in dieser Form gibt; die vielseitigen und wesentlichen Ergebnisse, die der Verf. selbst beigesteuert hat, bieten die Gewähr für die Gediegenheit der Darstellung; die gute und reichliche Bebilderung unterstützt wirksam den Text. L. GEITLER (Wien)

Herter G., Flora ilustrada del Uruguay. 1ª Entrega: *Hymenophyllaceae* — *Dryopteridaceae* I. Gr.-8°. 16 S., mit 64 Abb. Montevideo, Uruguay: P. Primero, 1939. — Subskriptionspreis für jede Lieferung RM 1,20 (US \$ 0,20), einseitig bedruckt RM 1,80 (US \$ 0,30).

Die Herausgabe einer bebilderten Flora von Uruguay in einem handlichen Format und zu einem verhältnismäßig leicht erschwinglichen Preis ist sicher ein sehr dankenswertes Unternehmen, um so mehr als den meisten übrigen

Ländern Südamerikas Florenwerke dieser Art gegenwärtig noch abgehen. Die langjährigen eigenen Erfahrungen des Verfassers und seine enge Verbindung mit dem Botanischen Museum in Berlin-Dahlem, dessen reiche südamerikanischen Sammlungen und große Bücherei er für die Bestimmung seines Herbarateriales verwenden konnte, bürgen für die Gediegenheit des Inhaltes. Das neue Florenwerk soll im ersten Band auf etwa 800 Seiten gegen 3200 Abbildungen von ebensoviel Arten bringen. Es sollen also sämtliche wildwachsenden Arten und auch die wichtigsten Kulturpflanzen abgebildet werden. Die Abbildungen (je vier auf einer Seite) sind in Strichzeichnung nach Herbarstücken angefertigt. Jedem Namen ist auch eine kurze Verbreitungsangabe beigelegt. Der später erscheinende zweite Band soll kurze Differenzialdiagnosen, Bestimmungsschlüssel und ausführliche ökologische und ökonomische Angaben enthalten. — Das Werk ist auch einseitig bedruckt erhältlich (siehe oben). Die Herausgabe wird durch die uruguayische und durch die deutsche Regierung gefördert.

E. JANCHEN (Wien)

Müller, E., Neuere Anschauungen der Organischen Chemie. (Organische Chemie in Einzeldarstellungen, herausgegeb. v. H. BREDERECK und E. MÜLLER, Bd. 1.) Gr.-8°. X und 391 S., mit 40 Textabb. Berlin: Julius Springer, 1940. — Brosch. RM 27,—, geb. RM 28,80.

Mit diesem Buche schenkte E. MÜLLER nicht nur der chemischen Fachwelt eine überaus klare und in die Tiefe führende Zusammenstellung der modernen theoretischen Grundlagen der organischen Chemie, sondern auch für den Botaniker ist dieses Buch äußerst wertvoll. Das Verhalten des Kohlenstoffes in bezug auf seine mannigfaltigen Bindungsmöglichkeiten wird erschöpfend behandelt, und insbesondere für den Pflanzenphysiologen dürfte das Studium dieser Zusammenfassung wertvollste Anregung bieten. Der räumliche Aufbau organischer Moleküle spielt bei allen Betrachtungen über die submikroskopische Feinstruktur der Zellelemente heute eine überragende Rolle. Die Morphologie und Dynamik organischer Moleküle wird wohl in Zukunft der Schlüssel zur Lösung grundlegender physiologischer Probleme sein. In diesem Sinne kann der Referent das Buch E. MÜLLERS auch für den Gebrauch des Pflanzenphysiologen nur empfehlen, da bisher eine so lückenlose, moderne Zusammenfassung in klarer verständlicher Form völlig fehlte. Möge das Buch auch der biologischen Forschung weitere Anregungen gewähren.

S. STRUGGER (Hannover)

Schmucker Th., Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Liefg. 60 (Bd. III, 2. Abt., Bogen 12—17, S. 177—272, mit Textabb. 102—163). Gr.-8°. Stuttgart: E. Ulmer, 1940. — Subskriptionspreis RM 6,—.

In dem Erscheinen des von O. v. KIRCHNER, E. LOEW und C. SCHRÖTER begründeten, dann von W. WANGERIN und C. SCHRÖTER fortgeführten großangelegten Lieferungswerkes war infolge des Todes der beiden Herausgeber (W. WANGERIN starb am 19. April 1938, C. SCHRÖTER am 7. Februar 1939) eine längere Unterbrechung eingetreten. Als neuer Herausgeber wurde Prof. Dr. THEODOR SCHMUCKER gewonnen, der Direktor des Forstbotanischen Institutes der Universität Göttingen. Die jetzt vorliegende erste unter seiner Leitung erscheinende Lieferung bringt die Fortsetzung der von WILLI CHRISTIANSEN (Kiel) verfaßten Bearbeitung der Papilionaceen, deren Beginn in der zuletzt erschienenen Doppellieferung 58/59 enthalten war und in dieser Zeitschrift bereits besprochen wurde (vgl. Bd. 87, 1938, S. 322). Während

die genannte Doppellieferung die Tribusse *Genisteae*, *Ononideae* und *Trifolieae* enthalten hatte, finden wir in der neuen Lieferung die Tribusse *Loteae* (mit den Gattungen *Anthyllis*, *Lotus* und *Dorycnium*), *Galegeae* (mit den Gattungen *Astragalus*, *Colutea* und mehreren in Deutschland nicht ureinheimischen) und *Hedysareae*. Von letzterer Tribus sind in der vorliegenden Lieferung die Gattungen *Coronilla*, *Ornithopus* und *Hippocrepis* (diese noch nicht vollständig) enthalten, während *Hedysarum* und *Onobrychis* später folgen werden. Der Artbegriff wird vom Verfasser sehr weit gefaßt. So vereinigt er z. B. *Dorycnium germanicum* und *D. herbaceum* als Unterarten zu einer Art *Dorycnium pentaphyllum* Scop. Die Bearbeitung trägt stets auch der praktischen Bedeutung der Pflanzen Rechnung und berücksichtigt gewissenhaft auch die neuesten Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschung. E. JANCHEN (Wien)

Soó von Bere R., Vergangenheit und Gegenwart der pannonischen Flora und Vegetation. (Nova Acta Leopoldina, N. F., Bd. 9, Nr. 56, 1940.) Gr.-8°. 49 S., mit 4 Textabb. und 10 Tafeln. Verlag: Deutsche Akademie der Naturforscher, Halle (Saale), Friedrichstraße 50a. — RM 7,—.

Erweiterte Wiedergabe eines Vortrages, den der Verfasser in der Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher gehalten hat. In Anbetracht der zahlreichen, besonders in neuerer Zeit in ungarischer Sprache erschienenen einschlägigen Schriften ist eine derartige Zusammenfassung des gegenwärtigen Standes der Kenntnisse, die gleichzeitig eine Zielsetzung für weitere Arbeiten gibt, sehr zu begrüßen.

Der erste Abschnitt „Entwicklungsgeschichte der pannonischen Vegetation“ (S. 3—19) behandelt die Verhältnisse in den Eiszeiten und Zwischen-eiszeiten und besonders nach den Eiszeiten. „Im Postglazial war das Landschaftsbild des Alföld zuerst klimatische Steppe (in der neueren Steinzeit), dann Wald-Moor-Gebiet mit Steppenresten, später mehr Waldsteppe, seit der Bronzezeit begannen die Kultureinflüsse, die dann in den letzten Jahrhunderten die heutige Kultursteppe geschaffen haben. Die edaphischen Sand- und Alkalisteppen des Alföld sind genetisch meist sekundär: die Standorte der Pusztenvegetation wurden von den historisch-kulturellen Faktoren (Rodungen, Entwässerungen usw.) geschaffen, an der Stelle der heutigen Steppen gediehen einst mehr Wälder, Moore, Sümpfe.“

Der zweite Abschnitt (S. 19—30) bringt die „Charakteristik der pannonischen Flora und Vegetation.“ Die pannonische Florenprovinz (Mittelungarn) wird (in Übereinstimmung mit anderen neueren Forschern) zum Mitteleuropäischen Florengebiet, nicht etwa zum Pontischen Steppengebiet gerechnet. Das ganze historische Ungarn wird in 5 Florenprovinzen und in 6 Klimaxgebiete eingeteilt. Eine Tabelle zeigt die Verteilung der (12 verschiedenen) Florenelemente in den besonders bezeichnenden Gegenden Mittelungarns: dem ungarischen Mittelgebirge, dem Alföld und Transdanubien, die sodann noch eingehender besprochen werden.

Als Anhang (S. 30—42) folgt eine „Kritische Übersicht der Pflanzengesellschaften der pannonischen Vegetation“. „Die Anzahl der aus dem Pannonicum bekannten Assoziationen ist etwa 90, die in 38 Federationen (Verbände) und in 18 sog. Ordnungen einzuordnen sind.“

Im „Schrifttum“ (S. 42—49) sind 236 Arbeiten verzeichnet, darunter 28 vom Verfasser selbst und zahlreiche von seinen Mitarbeitern.

Die Tafeln bringen außer einer Floren- und Vegetationskarte der pannonischen Florenprovinz (Mittelungarn) zahlreiche sehr schöne Vegetationsbilder.

E. JANCHEN (Wien)

Akademien, Botanische Gesellschaften, Vereine, Kongresse usw.

Akademie der Wissenschaften in Wien

In den Monaten Oktober und November 1940 wurden nachstehende Arbeiten, welche die Botanik und ihre Grenzgebiete betreffen, zur Drucklegung eingereicht:

Am 17. Oktober 1940:

WAGNER H., Die Trockenrasengesellschaften am Alpenostrand. Eine pflanzensoziologische Studie.

LÄMMERMAYR L., Die Verbreitung atlantischer Florenelemente in der Steiermark in ihrer Abhängigkeit von den ökologischen Faktoren.

MLADENOVIC M. und LIEB H., Über das Bryonidin.

LIEB H., MLADENOVIC M. und HOFFMANN T., Über das Brein aus Manila-Elemiharz.

BARKOVIC D., Zur Kenntnis des Dammarharzes. Über α -Dammaroresen.

MLADENOVIC M. und BARKOVIC D., Zur Kenntnis des Dammarharzes. Über Dammarharzsäuren.

Am 7. November 1940:

KNOLL FR. und FORTWÄNGLER H., Über die Auflockerung des Mesophylls der Blumenblätter und anderer Blätter der Blütenregion.

Botanische Anstalten, Museen, Sammlungen usw.

Institut für koloniale Landwirtschaft an der Universität Göttingen

Am 5. Oktober 1940 wurde an der Universität Göttingen ein Institut für koloniale Landwirtschaft eröffnet, das während des Krieges Lehraufgaben und Forschungen auf wirtschaftlicher und statistischer Grundlage betreibt, nach dem Kriege eigene experimentelle Forschungen in der Heimat und in den Kolonien vornehmen soll. Laufende Arbeiten beschäftigen sich mit der Farmwirtschaft in Deutsch-Ostafrika. Kommissarischer Direktor des Institutes ist Prof. Dr. OTTO TORNAU. Die koloniale Botanik wird von den Professoren Dr. RICHARD HARDER und Dr. MAXIMILIAN STEINER vorgetragen. Dozent für kolonialen Acker- und Pflanzenbau ist Diplom-Landwirt BRUNO PLATHE. Die Anschrift des neuen Institutes ist: Göttingen, Nikolausberger Weg 22.

Botanische Anstalten der Deutschen Universität Prag

Die Direktion des Botanischen Gartens und Institutes der Deutschen Karls-Universität in Prag, bisher Prag II., Weinberggasse (Viničná) 3a, ist umgesiedelt nach Prag II., Venediger Gasse 2. Direktor ist Prof. Dr. ADOLF PASCHER; Assistenten sind Dozent Dr. FRANZ POHL, Dr. KARL PREIS und Dr. WLADIMIR VLK.

Botanische Anstalten der Universität Klausenburg.

Da die Stadt Klausenburg (Kolozsvár, Cluj) mit Nord-Siebenbürgen von Rumänien an Ungarn übergeben wurde, sind das Botanische Institut und Museum und der Botanische Garten der früheren rumänischen Universität daselbst vorläufig nach Timișoara (Temesvár) verlegt worden; die Anschrift daselbst ist: Aleea Spiru Haret Nr. 1. Direktor ist nach wie vor Prof. Dr. ALEXANDER BORZA.

Personalm Nachrichten

Prof. Dr. OTTO PORSCH, Vorstand der Lehrkanzel für Botanik an der Hochschule für Bodenkultur in Wien und derzeit Rektor dieser Hochschule, wurde von der Akademie der Wissenschaften in Wien zum korrespondierenden Mitglied gewählt.

Dr. FRANZ HARTMANN, Dozent für Waldbau an der Hochschule für Bodenkultur in Wien, wurde zum ordentlichen Professor der forstlichen Bodenkunde daselbst ernannt.

Dr. LUDWIG VON BERTALANFFY, Dozent für theoretische Biologie an der Universität Wien, wurde zum außerplanmäßigen Professor daselbst ernannt.

Dr. GEORG CUFODONTIS, bisher wissenschaftlicher Angestellter an der Botanischen Abteilung des Naturhistorischen Museums in Wien, wurde mit 21. Oktober 1940 zum kommissarischen Leiter der Staatsgärten in Wien ernannt.

Dem emer. Professor der Botanik Dr. FRIEDRICH OLTMANN (Freiburg im Breisgau) wurde als nachträgliche Ehrung zu seinem 80. Geburtstag (11. Juli 1940, vgl. diese Zeitschr., Bd. 89, 1940, S. 320) vom Führer und Reichskanzler die Goethe-Medaille für Kunst und Wissenschaft verliehen.

Prof. Dr. LUDWIG JOST, emer. Direktor des Botan. Inst. und Gartens der Universität Heidelberg, feierte am 13. November 1940 seinen 75. Geburtstag.

Prof. Dr. HERMANN HARMS (Berlin-Steglitz) feierte am 16. September 1940 seinen 70. Geburtstag.

Prof. Dr. HANS SÖDING wurde zum außerordentlichen Professor neuer Ordnung für Botanik am Botanischen Institut der Technischen Hochschule Dresden ernannt.

Dr. MAXIMILIAN STEINER, Dozent für Botanik an der Universität Göttingen, wurde mit 20. Oktober 1940 zum außerplanmäßigen Professor daselbst ernannt.

Dr. JULIUS SCHUSTER, Dozent für Geschichte der biologischen Wissenschaften an der Universität Berlin, wurde zum außerplanmäßigen Professor daselbst ernannt.

Dr. phil. nat. habil. HORST DRAWERT wurde zum Dozenten für Allgemeine Botanik an der Universität Jena ernannt.

Studienrat Dr. rer. nat. habil. KONRAD GAUCKLER (Nürnberg) wurde zum Dozenten für Botanik an der Universität Erlangen ernannt.

Dr. phil. ALOIS FIETZ (Brünn) wurde zum Dozenten für Botanik, Technische Mikroskopie und Rohstoffe des Pflanzenreiches an der Deutschen Technischen Hochschule Brünn ernannt.

Die Professorin Ing. Dr. rer. nat. ANNA ELISE NIETHAMMER (Prag) wurde zur Dozentin für Mykologie und Warenkunde an der Deutschen Technischen Hochschule in Prag ernannt.

Dr. EMIL DEJDAR wurde zum Dozenten für Hydrobiologie an der Deutschen Universität in Prag ernannt.

Prof. Dr. ZOLTÁN VON SZABÓ (Budapest) wurde als Nachfolger des in den Ruhestand getretenen Prof. Dr. JÁNOS VON TUZSON zum ordentlichen Professor für systematische Botanik und Pflanzengeographie an der Universität Budapest ernannt.

Gestorben: Prof. Dr. HUGO GLÜCK (Heidelberg) am 28. September 1940 im Alter von 72 Jahren; Prof. Dr. ADOLF WAGNER, emer. ordentl. Professor der Botanik an der Universität Innsbruck, am 2. November 1940 im 72. Lebensjahr; Hofrat Prof. Dr. LUDWIG LINSBAUER, Direktor i. R. der Höheren Staats-Lehranstalt und -Versuchsstation für Wein-, Obst- und Gartenbau (jetzt Versuchs- und Forschungsanstalt für Wein- und Obstbau) in Wien-Klosterneuburg, am 3. Dezember 1940 kurz vor Vollendung seines 71. Lebensjahres.

Wetter und Wetterentwicklung

Von

H. von Ficker

Wien

Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage

Mit 42 Abbildungen und 11 Karten. VI, 142 Seiten. 1940. Gebunden RM 4.80
(Verständliche Wissenschaft, Band 15)

Inhaltsverzeichnis: 1. Die Lufthülle unserer Erde. 2. Die Sonne heizt. 3. Es weht der Wind. 4. Das Reich der Wolken. 5. An der Kampffront der Luftmassen. 6. Es braust der Föhn. 7. Wirbel und Wirbelstürme. 8. Die Zyklonen der mittleren Breiten. 9. Im Hochdruckgebiet. 10. Wetterkarte und Wettervorhersage. Anhang: Beispiele von Wetterkarten. — Sachverzeichnis.

Unter den zahlreichen kleinen Werken über moderne Wetterkunde nimmt das Buch eine ganz hervorragende Stellung ein, da es einen führenden Vertreter dieser Wissenschaft zum Verfasser hat, der zugleich eine außerordentliche Gabe anregender Darstellung besitzt. Ganz bewußt weicht das Büchlein außerdem, wie auch im Vorwort betont ist, von vielen Artgenossen ab, indem es nämlich über das Beobachtungswesen fast gar nichts bringt und auch dem Leser das Durcharbeiten von Zahlentabellen erspart. Dafür wird um so mehr Wert darauf gelegt, in anschaulicher Weise ausgewählte meteorologische Forschungsergebnisse zu schildern und namentlich die Zurückführung der Wettergestaltung auf ihre erkennbaren Ursachen darzulegen. Daß hierbei in Fällen, in denen die Meteorologie das Ziel einer allgemein befriedigenden Erklärung der Dinge noch nicht erreicht hat, auch ein Einblick in die sie bewegenden Streitfragen gewährt wird, macht das Buch für den Nicht-meteorologen sicher um so interessanter und wertvoller. Von den Kapiteln, die in die neuesten Anschauungen der Wetterkunde einführen, seien folgende Überschriften genannt: „An der Kampffront der Luftmassen, die Zyklonen der mittleren Breiten, im Hochdruckgebiet, Wetterkarte und Wettervorhersage“. In diesen Teilen wird ein ausgezeichnete Überblick über den gegenwärtigen Stand der Witterungskunde geboten, der dem Lehrer vor Behandlung der Wetterkarte im Unterricht willkommen sein wird. Die allgemeine Verständlichkeit, die in dem Büchlein angestrebt wird, wie in der ganzen Sammlung, der es angehört, dürfte überall gewahrt sein.

„Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht“

Soeben erschienen:

Julius Robert Mayer's Kausalbegriff

Seine geschichtliche Stellung, Auswirkung
und Bedeutung

Von

Alwin Mittasch

VII, 297 Seiten. 1940. RM 14.70; gebunden RM 16.80

Inhaltsübersicht: Einleitung. — **Allgemeines über das Kausalprinzip und seine Gestaltung in der Wissenschaft.** Inhalt und Sinn des allgemeinen Kausalprinzips, von dem die speziellen naturwissenschaftlichen Kausalbegriffe abgeleitet sind. Entwicklung des physikalischen Kausalschemas bis R. Mayer. — **Weiterführung des naturwissenschaftlichen Kausalbegriffes durch R. Mayer.** R. Mayers Erhaltungskausalität: Gleichsetzung des generellen physikalischen Erhaltungsprinzips mit dem Begriff physikalischer Kausalität. R. Mayers Auslösungs- oder Anstoßkausalität: „Auslösung“ als eine besondere Form kausalen Wirkens. Besondere Kausalbegriffe und

Fortsetzung Seite IV

Julius Robert Mayer's Kausalbegriff

Fortsetzung von Seite III

Kausalauffassungen von R. Mayer. — Auswirkung und Weiterbildung von R. Mayers Kausalanschauung: Fortentwicklung der energetischen „Erhaltungskausalität“. Weiterentwicklung von R. Mayers Auslösungskausalität. — Beziehungen des gegenwärtigen Kausal Denkens zu R. Mayers Kausalanschauungen: Heutiger Stand der Erhaltungskausalität (E. K.) und der Auslösungs- oder Anstoßkausalität (A. K.). — Ausklang. — Anmerkungen. — R. Mayers Veröffentlichungen. — Buch- und Zeitschriftenliteratur. — Forscher-Zeittafel. — Namenverzeichnis.

Im Jahre 1942 wird ein Jahrhundert verflossen sein, seit Julius Robert Mayer in Heilbronn seinen berühmten Aufsatz „Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur“ veröffentlicht hat, der zusammen mit weiteren Schriften das Gesetz von der Unzerstörlichkeit der Kraft (Erhaltung der Energie) begründete und dem naturwissenschaftlichen Denken neue Bahnen eröffnete. Der Verfasser des in Vorbereitung befindlichen Buches hat sich die Aufgabe gestellt, dem Genius R. Mayers in der Weise zu huldigen, daß der allgemeine erkenntnistheoretische Gehalt seiner Arbeiten zur Geltung gebracht wird. Zur Darstellung gelangt R. Mayers Lehre über das Wirken in der Natur, und zwar historisch und systematisch, also nach Entstehung, Artung und Auswirkung, wobei sich auch wichtige weltanschauliche Aspekte ergeben.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Die Waldschönheit und ihre Pflege

Von

Ing. Dr. h. c. **Leopold Hufnagl**

Fürstlich Auersperg'scher Zentralgüterdirektor a. D.

(Erweiterter Sonderdruck aus „Centralblatt für das gesamte Forstwesen“,
65. Jahrgang, Heft 5/6 und 7/8)

32 Seiten. 1939. RM 2.40

Inhaltsübersicht: Die volkswirtschaftliche Bedeutung des Waldes. Die Pflege der Waldschönheit. Der Waldbau. Die Betriebsarten. Der Kahlschlag. Schirmschlagformen. Der Plenterbetrieb. Die Holzarten. Die Eiche. Die Rotbuche. Ahorn, Esche, Ulme, Linde, Birke. Die Fichte. Die Tanne. Die Weißkiefer, Schwarzkiefer und Lärche. Wildobst und andere Hölzer. Sträucher. Fremdländische Holzarten. — Die Tierwelt in der Lebensgemeinschaft des Waldes. Bestandespflege als Schönheitspflege. Die Bestandesgründung. Die Bestandeserziehung. — Die Forstbenutzung. Die Forsteinrichtung. Der Waldschutz. Der Park, der Stadtwald und die Sommerfrische. Der Wald im Landschaftsbilde.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN WIEN

Printed in Germany